Gestão de Manutenção do Equipamento

Mário José Marques Ferreira dos Santos

Relatório do Projecto Final

Orientador na Oxisol: Eng. Fernando Ferraz
Orientador na FEUP: Prof. António Aguiar Vieira

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Fevereiro 2009

Aos meus Amigos

Resumo

O Projecto final de nome "Gestão de Manutenção de equipamento" foi desenvolvido na empresa Oxisol, do grupo Adira. A Oxisol presta serviços alargados na construção soldada e na maquinagem de peças de médias e grandes áreas. Dispõe também de forte capacidade para oxi-corte e corte por laser.

Esta empresa trabalha 132 horas, em três turnos por semana, com uma produção contínua, o que requer a existência de um Departamento de Manutenção responsável por garantir a conservação e bom funcionamento de todas as máquinas.
Neste tipo de empresa, onde a produção é de laboração contínua, realizar qualquer tipo de estudo torna-se uma tarefa árdua, difícil mas indispensável.
Em primeiro lugar é necessário perceber todo o circuito fabril, obter o máximo de informação, documentação, possível sobre o estado das máquinas e do seu funcionamento, para mais tarde obter os indicadores precisos do estado das mesmas. Este é um dos princípios base de qualquer manutenção.

Um Projecto Universitário, realizado numa empresa deste tipo, obriga a uma grande capacidade de adaptação do aluno ao mundo real e industrial. Este projecto é desenvolvido com as bases técnicas disponíveis, com as pesquisas realizadas e com o apoio prestado pelos colaboradores da Oxisol.
O Projecto de "Gestão de Manutenção do Equipamento" realizado em três centros de maquinagem da marca Zayer teve como objectivos principais perceber os custos e número de intervenções de manutenção realizadas nos últimos anos.
Durante as 20 semanas que estive nesta empresa, acompanhei uma série de trabalhos e realizei alguns estudos. O balanço final da experiência adquirida no contacto com a realidade fabril de uma empresa e da colaboração directa com a equipa de Manutenção da Oxisol, em paralelo com a realização do objectivo referido, é que estas me foram de extrema utilidade.

No final deste projecto, como futuro jovem Engenheiro, considero-me mais apto para integrar e coordenar uma equipa de Manutenção de uma unidade fabril.

Maintenance Management of Equipment

Abstract

The final Project “Maintenance Management of equipment” was developed in Oxisol, Company, belonging to the Adira group. This plant is responsible for several technical services in welded construction and machining pieces of medium and large sizes. It has also strong capacity for oxi-cut and laser cut.

Being a company operating "132" hours a week in 3 shifts, production demand is high and responsible maintenance is a high requirement to ensure the conservation and good functioning of all equipments.
In a company such as this, with a continuous production, to carry out any kind of study becomes an arduous and difficult but indispensable task.
To begin with, it is necessary to understand the entire circuit of production, obtain as much information and documentation possible on the machines condition and its operating system, in order to, afterwards obtain precise indicators of their state of condition. This is one base principle of any maintenance.

A University Project carried out in a company like this demands a huge adaptation capacity to the industrial and real world from the student. This project is developed with student background technological studies, along with investigations carried out inside the plant and with the support given by Oxisol members.
“Equipment Maintenance and Management” project carried out in three CNC milling machines “Zayer” had as main objectives to understand costs and number of interventions in recent years.
During the 20 weeks in this company, I followed numerous works and carried out several studies. The final balance of the the experience acquired in the contact with the reality manufactory of one company and the direct collaboration with the maintenance team of the Oxisol, in parallel with the project, was extremely useful for me.

At the end of this study and as a future junior engineer I consider myself able to integrate and coordinate a maintenance team in a manufacturing plant or other similar industry career.

Agradecimentos

Ao meu orientador na empresa, o Engenheiro Fernando Ferraz, à equipa de Manutenção e a todos os Colaboradores da Oxisol que sempre se mostraram disponíveis em colaborar comigo na realização deste projecto.

Ao meu orientador na FEUP, Prof. Aguiar Vieira, pela colaboração e total apoio prestado neste projecto.

A todos os Amigos que colaboraram e me apoiaram na realização deste projecto.

Índice

1 Introdução 1
1.1 Apresentação da Oxisol 2
1.1.1 Políticas da Empresa 4
1.1.2 Trabalhos realizados na Oxisol – Máquinas e seu funcionamento 5
1.1.3 Apresentação da Adira 9
1.2 O Projecto na Oxisol 13
1.3 Temas abordados 14
2 Manutenção 15
2.1 Evolução da importância da função Manutenção 16
2.2 Função da Manutenção na indústria 16
2.3 Objectivos da Manutenção 17
2.4 Os 5 níveis de Manutenção (AFNOR-Association Française de Normalisation) 17
2.5 Tipos de Manutenção 18
2.5.1 Manutenção Preventiva 18
2.5.1.1 Manutenção Preventiva Sistemática 20
2.5.1.2 Manutenção Preventiva Condicionada ou Manutenção Preditiva 21
2.5.2 Manutenção Correctiva 23
2.5.2.1 Manutenção Paliativa (1º e 2º níveis de AFNOR) 23
2.5.2.2 Manutenção Curativa (3º e 4º níveis de AFNOR) 24
3 Conhecimento das Máquinas 25
3.1 Introdução 25
3.2 As Máquinas 25
3.2.1 Centros de Maquinagem 25
3.2.2 As Ferramentas 27
3.2.2.1 Cone da ferramenta 27
3.2.2.2 Fresas 28
3.2.2.3 Brocas 29
3.2.2.4 Machos de roscar 30
3.2.3 Sistema de transporte 31
3.2.4 Modo de funcionamento destes Centros de maquinagem ZAYER 32
4 Fichas Técnicas de Máquinas 35
5 Análise do historial das máquinas 36
6 Software BAAN 41
7 Avaliar planos de manutenção do fabricante “versus” manutenção efectuada 43
7.1 MANUTENÇÃO DO FABRICANTE “ZAYER” 43
7.1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES: 43
7.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA 44
7.1.2.1 CABEÇO 44
7.1.2.2 CABEÇOTE 45
7.1.2.3 MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA 45
7.1.3 PLANO DE MANUTENÇÃO PROGRAMADO - FABRICANTE 46
7.2 Plano de Manutenção preventiva efectuado na Oxisol a estes Centros de Maquinagem 48
7.2.1 Atesto; Limpeza e Vistoria ou Inspecção e Lubrificação 48
7.2.2 Nivelamento 49
7.2.3 Revisão geral 49
8 Estudos e trabalhos realizados 50
8.1 Minutos de paragem 50

8.2 Número de paragens 51
8.3 Análise das avarias mais frequentes 51
8.3.1 Centro de maquinagem ZAYER "11000 MFU-FR" 51
8.3.2 Centro de maquinagem ZAYER "ZAYER 30 KC 9000" 51
8.4 Avarias com maior duração 52
8.4.1 Centro de maquinagem ZAYER "11000 MFU-FR" 52
8.4.2 Centro de maquinagem ZAYER "ZAYER 30 KC 9000" 54
8.5 Perceber os custos da Manutenção no período em análise 57
8.6 Definir custo/hora de paragem para cada máquina 59
9 Outros trabalhos efectuados 61
9.1 Orçamento para a actualização das pontes rolantes de forma a respeitar a legislação em vigor 61
9.3 Analisar reparação, aquisição ou aluguer de um compressor na Oxisol 64
9.4 Reparação do termoventilador da fábrica 65
10 Conclusão 66

1 Introdução

A realização do Projecto final de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, numa empresa, proporcionou que o mesmo fosse realizado no Departamento de Manutenção da Oxisol.

Sendo a Manutenção uma das três funções técnicas vitais das empresas industriais, e a que está em cooperação permanente com a Produção, tornou-se para mim uma tarefa estimulante. Irei abordar todas as tarefas de um ponto de vista cientifico, usando o saber e o engenho o mais possível.

Este projecto de fim de curso, permitirá a utilização dos conhecimentos e capacidades adquiridas ao longo do curso, na resolução de um estudo/projecto numa empresa.

1.1 Apresentação da Oxisol

Figura 1: Fachada da OXISOL

A OXISOL – CONSTRUÇÃO SOLDADA, LDA, foi fundada a 23 de Janeiro de 1989, como uma extensão fabril da Adira, principal empresa do grupo em que está inserida.

As instalações possuem uma área de 4786 m^2 coberta e 11338 m^2 descoberta.

Iniciou em Setembro de 1989, as suas actividades com 7 trabalhadores, executando trabalhos de oxi-corte e rebarbagem.

Em Maio de 1991 chegaram os primeiros soldadores, dando início a uma nova fase de actividades, que já incluíam a montagem de estruturas soldadas. No dia 22 desse mesmo mês ficaram concluídas as primeiras quatro estruturas.

No seguimento de uma política de melhoria contínua foram adquiridas algumas máquinas ferramentas, melhorando assim a prestação de serviço aos clientes e evitando custos de transporte.

Actualmente a OXISOL compreende 48 postos de trabalho, sendo o seu volume de facturação anual de aproximadamente os 4,5 milhões de Euros.

Os serviços prestados pela OXISOL compreendem as operações de:

- Oxi-corte;
- Quinagem;
- Corte à guilhotina e corte a laser;
- Soldadura;
- Maquinagem;

O negócio centra-se na prestação de serviços alargados nas áreas do tratamento e corte de chapa, onde dispõe de forte capacidade para oxi-corte e corte por laser e da construção soldada com maquinagem de peças de médias e grandes dimensões.

Para além de Recursos Humanos experientes e qualificados, dispõem de um parque de máquinas, nomeadamente fresadoras e mandriladoras CNC de grande porte, entre as melhores da Península Ibérica.

O número de colaboradores da empresa ronda as 60 pessoas, e a trabalhar exclusivamente para a Manutenção estão 3 pessoas.

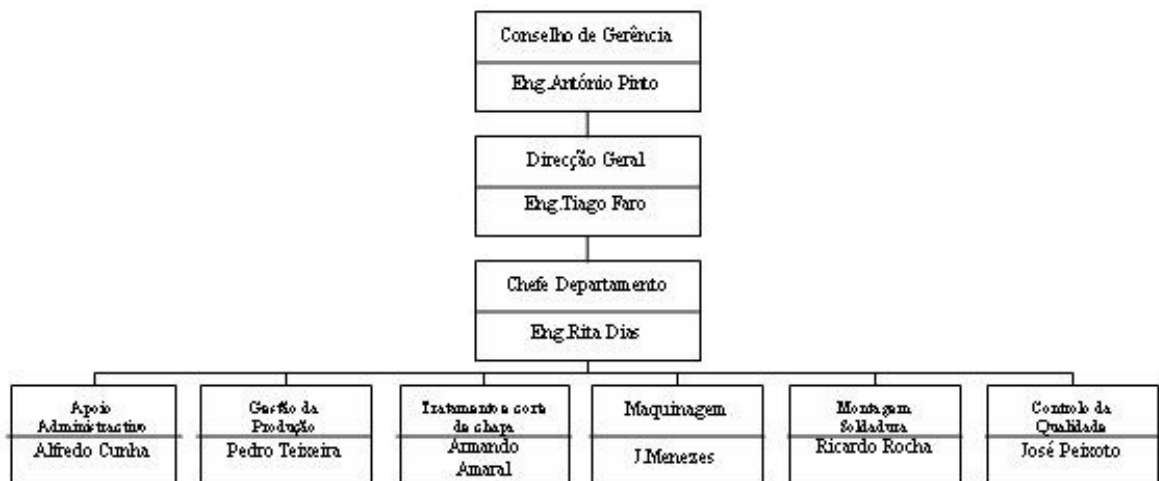



Figura 2: Organigrama Geral da Oxisol

1.1.1 Políticas da Empresa

Política da Qualidade

A principal abordagem para a gestão da qualidade baseia-se na seguinte ideia: "a qualidade é incorporada num produto ou serviço através da **aplicação consistente de boas práticas de gestão**, e não garantida através da verificação do produto ao longo das várias fases da produção".

A metodologia a aplicar para a gestão qualidade é a referida nas séries de normas NP EN ISO 9000/9001/9004, a qual se baseia nos seguintes princípios:

- Focalização no cliente;
- Liderança;
- Envolvimento das pessoas;
- Abordagem por processos;
- Abordagem da gestão como um sistema;
- Melhoria contínua;
- Abordagem á tomada de decisões baseada em factos;
- Relações mutuamente benéficas com fornecedores.

Política de Segurança, Saúde e Ambiente

Objectivo do processo: Controlar as acções necessárias para minimizar os riscos de saúde e ambiente associados ao trabalho na organização.

Âmbito do processo: Aplica-se à delimitação física das instalações da empresa, incluindo as instalações disponibilizadas por terceiros na empresa.

Tipo de processo: Processo de suporte

Politica de Recursos Humanos

Destaca-se:

- Assegurar que os funcionários têm competências necessárias para desempenhar o trabalho que lhes é atribuído.
- Controlar a assiduidade dos funcionários
- Processar os vencimentos.
- Controlar as questões disciplinares.

Âmbito do processo: Todos os funcionários ao serviço da organização, mesmo os não vinculados à organização.
Tipo de processo: Processo crítico de negócio.

A jornada laboral da empresa distribui-se da seguinte forma:
Pessoal industrial
- Turno da manhã: 06:30 h – 13:30h
- Turno da tarde: 13:30h – 22:30h
- Turno da noite: 22:30h – 06:30h

Sábados das 06:30h – 11:30h para os do turno da manhã
Pessoal da estrutura: 08:00h – 17:00h

1.1.2 Trabalhos realizados na Oxisol – Máquinas e seu funcionamento

Para a decapagem e tratamento de chapa a Oxisol está equipada de uma cabine de decapagem por projecção de granalha de aço por turbina, com manipulador de pintura anti-estáctica com primário anti-corrosivo.

Figura 3: Secção de decapagem e tratamento de chapa

Para a realização de trabalhos de oxi-corte a empresa está equipada de três máquinas CNC para oxi-corte de chapas até 12metros comprimento e até 250milímetros de espessura, com possibilidade de corte por plasma até 10milímetros de espessura.

Figura 4: Secção de oxi-corte

Para o desempeno e quinagem de chapa a empresa está equipada de duas prensas de desempeno de chapa de 320 toneladas, com mesa de 6metros por 2,5metros e duas quinadoras CNC de 500 toneladas e 7 metros de comprimento.

Figura 5: Quinadora

<u>Construção soldada:</u>

Soldadura de peças e componentes pesados, recorrendo a soldadores qualificados, com possibilidade de aliviar tensões.

Figura 6: Soldador em acção

<u>Para a maquinagem de estruturas pesadas a empresa recorre</u> a 6 Centros de Maquinagem de grande porte, com 3 a 5 eixos. Capacidade até 12m em X, até 1,5m em Y e até 3,5m em Z, num mesmo aperto de peça.

Figura 7: Centro de maquinagem ZAYER com 12metros

Para a pintura de peças médias e grandes dimensões utilizam-se cabines de pintura com sistemas de exaustão e 3 estações: rebarbagem de peças, lavagem e preparação de peças e pintura final.

Figura 8: Pintor em acção

Para Corte por laser 2D, a Oxisol recorre a uma máquina com motores lineares, gerador de 3,5 KW e sistema de carga automático.

Capacidade disponível: até 20mm em chapa de ferro, 16mm em aço inox e 10mm em alumínio.

Quinagem de peças cortadas a laser, em quinadora CNC multi-eixos até 2,5m de comprimento.

Figura 9: Máquina de corte a laser

1.1.3 Apresentação da Adira

António Dias Ramos fundou a Adira em 1956. Começou por fabricar pequenos tornos, fresadoras e máquinas de aplainar.

Em 1960 começou por interessar-se por máquinas para o trabalho de chapa.

Em 1961 a Adira apresentou a sua primeira guilhotina mecânica. Três anos mais tarde, em 1964 dá o primeiro grande passo em frente com a introdução da primeira quinadora hidráulica da gama QH, esta foi a primeira máquina ferramenta de accionamento hidráulico produzida em Portugal.

Em 1968 começaram a produzir as guilhotinas de ângulo variável GHV, e em 1969 as quinadoras sincronizadas descendentes.

Na década de 70, foi lançado o primeiro comando numérico Português, o Adiramatic, concedido em conjunto com a Faculdade de Engenharia do Porto, dando origem à QIH-DNC.

No início dos anos 90, a Adira foi um dos primeiros fabricantes europeus com certificação ISO 9000, e o primeiro mundialmente, a ter todas as suas gamas de produtos certificadas pelas normas CE.

Em 1997, a Adira adquiriu o seu maior concorrente nacional, a Guifil, que se integrou no grupo, mantendo a sua identidade.

Em 2001, introduziram os centros de corte por laser tipo CCL. Sem dúvida, máquinas inovadoras: todos os 4 motores são lineares, juntamente com geradores DC tipo SLAB.

Deu um passo decisivo na sua internacionalização, com a abertura da primeira filial no estrangeiro: a Adira França em 2001, rapidamente seguida pela Adira Reino Unido.

O século XXI começa com a construção, na Oxisol, de um novo pavilhão e novo parque de chapa, e a aquisição de novos dispositivos e sistemas mais amigos do ambiente interno e externo da empresa. Foi um início de século apostado na inovação sendo ainda a primeira a lançar uma máquina portuguesa para corte de chapa a laser.

Em 2007 a empresa sofre uma reestruturação, mudando a própria organização societária com o objectivo de criar condições para um crescimento mais rápido. A antiga sociedade por quotas foi transformada em sociedade anónima e nome modificado para ADIRA, S.A.

A qualidade dos produtos têm permitido à empresa expandir-se de modo consistente e a marca já se encontra presente em mais de uma centena de países.

Actualmente a ADIRA é líder ibérica na construção de quinadoras e guilhotinas e a única na Península a fabricar centros de corte por laser. Não descansando sobre os louros do passado, a empresa continua a investir na inovação e na qualidade dos seus produtos com o objectivo de se tornar num grupo intercontinental de sucesso. Neste ano de 2008 (e de acordo com a revista EXAME, a ADIRA S.A. foi classificada na segunda posição dentro das 1000 melhores PME em Portugal).

Refira-se que a Adira S.A durante os anos 70 e 80, que foram de grande expansão comercial, criou duas empresas, a Oxisol que se ocupa de toda a construção soldada e a Normáquina que se encarrega da importação e comercialização de produtos complementares aos seus. Em 1998 a empresa adquiriu a marca Guifil, um ex-concorrente seu. Com esta marca a Adira S.A. procura não perder terreno para os fabricantes de máquinas de menos tecnologia mas com preços inferiores. A marca Guifil procura satisfazer os clientes que procuram máquinas com qualidade, a preços acessíveis e com garantia de assistência técnica. A ADIRA S.A. é uma empresa apostada na inovação tecnológica. São exemplos recentes dessa aposta o recurso à tecnologia das células robotizadas de quinagem, que consistem na integração de uma quinadora com um robot manipulador de chapa ou o centro de corte laser CCL3015 com sistema automático de carregamento de chapa, sem intervenção de operadores. Seguem-se alguns exemplos nas Figura 10, Figura 11 e Figura 12.

Figura 10: Guilhotinas

Figura 11: quinadoras

Figura 12: Máquina de corte a laser

Mercados

Estão presentes em mais de uma centena de países e expandem os seus negócios de forma constante e sustentada.

Figura 13: Localização mundial dos vários distribuidores da Adira S.A

<u>Clientes</u>

As soluções são utilizadas em áreas de negócio tão variadas como: indústria automóvel, aeronáutica, estaleiros navais, telecomunicações, computadores, energias renováveis, ambiente, ar condicionado, mobiliário metálico e de escritório, artigos de design, construções metálicas, cutelarias, elevadores, armaduras eléctricas, refrigeradores e arrefecedores.

1.2 O Projecto na Oxisol

O projecto teve início em Setembro de 2008 tendo terminado no final de Janeiro de 2009. Durante estas 20 semanas, foram desenvolvidos inúmeros estudos e tarefas.

Inicialmente o projecto incidia em 3 máquinas Zayer e tinha por objectivos:

- Perceber os custos e número de intervenções nos últimos 5 anos;
- Avaliar planos de manutenção do fabricante "versus" manutenção efectuada;
- Organizar processos, procedimentos e levantar contratos de manutenção já existentes;
- Definir custo/hora de paragem para cada máquina;

Mais tarde e já com a colaboração do Sr. Engenheiro Fernando Ferraz, anterior responsável pela Manutenção da OXISOL, foram tidas como prioritárias a pesquisa e a realização de outras tarefas também na área da Manutenção, como irei referir ao longo deste projecto.

Uma vez que o software BAAN, base de dados única que integra toda a informação sobre as máquinas, não estava a ser utilizada na área da Manutenção desde final de 2007, surgiu a necessidade de o actualizar. Esta actividade ficou a meu cargo, tendo a responsabilidade de planear as fichas de intervenção preventiva, entregá-las à equipa de Manutenção e supervisionar as intervenções nas máquinas.

Depois de efectuadas estas operações e preenchidos os relatórios de intervenção, estes eram introduzidos no BAAN possibilitando deste modo a sua actualização progressiva. No decorrer do projecto foram ajustados os períodos de intervenções preventivas antecipando-as ou adiando-as consoante as necessidades da máquina, tendo em conta o planeamento da Produção e também a importância da máquina. Este aspecto conduziu-me à Manutenção Preditiva.

Manutenção preditiva é a actuação realizada com base em modificação de parâmetros de CONDIÇÃO ou DESEMPENHO, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

1.3 Temas abordados

O relatório está organizado da seguinte forma:

- Introdução (actual capítulo).
- A Manutenção – sua função na indústria, objectivos, níveis e vários tipos.
- Máquinas em estudo – Centros de maquinagem.
- Fichas técnicas de máquinas.
- Analise do historial das máquinas.
- Software BAAN.
- Planos de manutenção do fabricante “versus” manutenção efectuada.
- Trabalhos e estudos realizados.
- Conclusões.

2 Manutenção

Manutenção, com origem no latim "manus", mão, e "tentione", o acto de segurar, significa acto ou efeito de manter.
Manutenção é o conjunto de acções técnicas e administrativas destinadas a manter em condições aceitáveis as instalações e o equipamento fabril de forma a assegurar a regularidade, a qualidade e a segurança na produção com o mínimo de custos totais.

De outra forma pode-se definir Manutenção como a combinação das acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para a optimização dos seus ciclos de vida (segundo proposta de NP- Norma Portuguesa)

A Manutenção começa muito antes da primeira avaria de uma máquina:
Começa na fase de projecto do equipamento e da instalação industrial. É na fase de concepção de um equipamento que a Manutibilidade (capacidade de ser mantido), que a Fiabilidade e a Disponibilidade (capacidade de estar operacional) e que a sua Durabilidade (duração de vida possível) vão ser pré-determinados.
É desejável que a Manutenção participe na instalação e início de funcionamento da máquina ou equipamento.
A manutenção uma tripla missão:

- **Vigilância permanente ou periódica**
- **Acções paliativas e reparações**
- **Acções preventivas**

com recolha e tratamento dos dados fornecidos pelas acções desenvolvidas.
No plano económico permite optimizar o equipamento de forma a reduzir ao mínimo o rácio:

$$\frac{\text{despesas de manutenção} + \text{custos de paragens fortuitas}}{\text{serviço efectuado}}$$

A última missão do serviço de Manutenção é o de determinar o momento económico de determinar as acções curativas, correctivas e preventivas no equipamento e participar na selecção de um novo.

2.1 Evolução da importância da função Manutenção

Os equipamentos de produção têm sofrido ao longo dos tempos evoluções importantes:
- Os equipamentos de produção são cada vez mais automatizados. Tornam-se mais compactos, mais complexos e são utilizados de forma mais intensa.
- Os equipamentos são mais "caros" (investimentos mais elevados) com períodos de amortização mais pequenos.
- A exigência imposta por novos métodos de gestão da produção, o "Just-in-Time" exige a eliminação total dos problemas e avarias das máquinas.

Conservação "versus" Manutenção

Conservação: "desenrascar" um parque material a fim de assegurar a continuidade da produção.

Manutenção: é escolher os meios de prevenir, de corrigir ou de renovar um parque material, seguindo um critério económico, com o objectivo de optimizar o custo global de posse do equipamento.

2.2 Função da Manutenção na indústria

É uma das três funções técnicas da indústria:

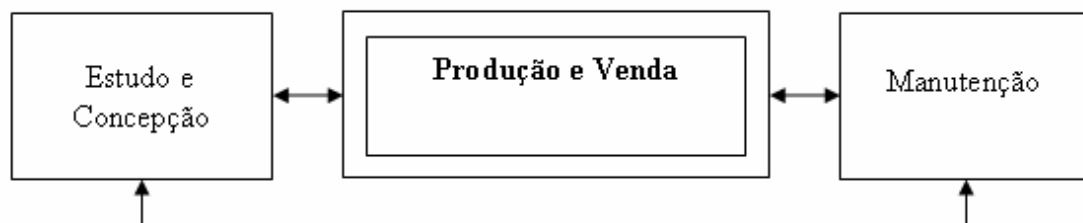



Figura 14: Funções técnicas da indústria

Neste esquema está expresso a importância das três funções técnicas vitais das empresas industriais. Torna-se indispensável a existência de um equilíbrio permanente, entre a Produção e a Manutenção. Até porque existe, cada vez mais, uma simultaneidade na execução dessas funções, tendo os mesmos objectivos (produtividade, qualidade total,...) e convergência de meios

2.3 Objectivos da Manutenção

Os principais objectivos de um departamento de manutenção são:

- Inspeccionar periodicamente os equipamentos, para detectar oportunamente qualquer desgaste ou falha;
- Arquivar os dados históricos para facilitar no futuro a detecção de possíveis problemas;
- Conservar ao máximo todos os equipamentos e instalações evitando assim os tempos de paragem;
- Reduzir tempos de intervenção através de uma boa preparação do trabalho;
- Reduzir emergências e número de avarias;
- Aumentar o tempo de vida das máquinas;
- Monitorizar os orgãos vitais das máquinas para prever as futuras paragens das máquinas;
- Aumentar a fiabilidade das máquinas;
- Relacionar os custos da Manutenção com o uso correcto e eficiente do tempo, materiais, homens e serviços.

2.4 Os 5 níveis de Manutenção (AFNOR-Association Française de Normalisation)

1º nível - Afinações simples prevista pelo construtor sem desmontagem do equipamento ou substituição de elementos acessíveis com toda a segurança.
Operador.

2º nível - Reparações através de substituição de elementos standard previstos para este efeito ou reparações menores de manutenção preventivas (rondas).
Técnico habilitado. Em algumas situações, o operador.

3º nível - Identificação e diagnóstico das avarias, reparação por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas menores.
Técnico especializado no local ou equipa de manutenção.

4º nível - Trabalhos importantes de manutenção curativa, correctiva ou preventiva.
Equipa de manutenção.

5º nível - Trabalhos de renovação, de construção ou reparações importantes numa oficina central ou por subcontratação.
Equipa completa de manutenção polivalente.

2.5 Tipos de Manutenção

Figura 15: Tipos de Manutenção

2.5.1 Manutenção Preventiva

A Manutenção Preventiva, como o próprio nome sugere, consiste num trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a paragem ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições eléctricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições óptimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, limpeza, ajuste, etc.), entre outros.

Os objectivos da Manutenção Preventiva são:

- Reduzir ao máximo o número de avarias em serviço, aumentando assim a fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;

- Aumento considerável da taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição;

- Diminuição do número total de intervenções correctivas, diminuindo o custo da manutenção correctiva;

- Grande diminuição do número de intervenções correctivas em momentos inoportunos como por exemplo: em períodos nocturnos, em fins-de-semana, durante períodos críticos de produção e distribuição, etc.

É de grande importância a existência de um escritório de planeamento da manutenção (Gabinete de Métodos) composto por pessoas qualificadas tendo funções de preparação de trabalho e de racionalização e optimização de todas as acções. Daqui advém uma manutenção mais produtiva e mais eficaz.

A existência de uma biblioteca organizada, contendo: manuais de manutenção, manuais de pesquisas de defeitos, catálogos construtivos dos equipamentos, catálogos de manutenção (dados pelos fabricantes) e desenhos de projecto actualizados.

Existência de ficheiros contendo as seguintes informações:

- Fichas históricas dos equipamentos, contendo registo das manutenções efectuadas e defeitos encontrados;
- Fichas de tempos de reparação, com cálculo actualizado de valores médios;
- Fichas de planeamento prévio, normalizado, dos trabalhos repetitivos de manutenção. Nestas fichas constam: composição das equipes de manutenção, materiais, peças de reposição e ferramentas, PRRT, com a sequência lógica das várias actividades implicadas;
- Existência de um serviço de emissão de requisições ou pedidos de trabalho, contendo a descrição do trabalho, os tempos previstos, a lista de itens a requisitar e a composição da equipe especializada;
- Emissão de mapas de rotinas diárias;
- Existência de um serviço de controlo, habilitado a calcular dados estatísticos relativos à fiabilidade e à produção;
- Existência de um serviço de emissão de relatórios resumidos das grandes manutenções periódicas;

Principais vantagens de uma correcta manutenção preventiva:

- Redução do número de avarias e por consequência menores paragens na produção;
- Redução dos custos de reparação;
- Redução do número de reparações importantes;
- Melhor conservação e maior durabilidade dos equipamentos;
- Melhor qualidade do produto final;

- Maior segurança nos equipamentos e processos;
- Menores custos gerais de produção.

2.5.1.1 Manutenção Preventiva Sistemática

É a manutenção preventiva efectuada segundo uma periodicidade, T, obtida a partir dos dados do construtor do equipamento (1ª fase), ou dos resultados operacionais das visitas preventivas ou ensaios realizados (2ª fase), tendo por objectivo manter o sistema num estado de funcionamento equivalente ao inicial. Este tipo de manutenção aplica-se a **certos orgãos sensíveis (rolamentos, filtros), a sub-conjuntos (módulos de desmontagem), a conjuntos (revisões de máquinas) e a unidades de produção (paragens gerais). São equipamentos de custo de avaria elevados, equipamentos que obrigam a paragem de todo o equipamento, equipamentos cuja a paragem vai ser de longa duração e equipamentos que colocam em causa a segurança do pessoal ou dos utilizadores.**

Vantagens:
- Custo de cada operação de manutenção é pré-determinado;
- Gestão financeira é simplificada;
- Operações e paragens são programadas de acordo com a produção.

Desvantagens:
- Custo de cada operação é elevado, devido à periodicidade;
- Existe maior possibilidade de erro humano, dada a frequência de intervenção;
- Custo da mão-de-obra é elevado, pois, de um modo geral, estas intervenções são realizadas aos fins-de-semana;
- Desmontagem, ainda que superficial, leva à substituição de peças provocadas pela síndrome de precaução;
- Multiplicidade de operações aumenta o risco de introdução de novas avarias.

<u>As paragens sistemáticas, ainda que planeadas, têm um custo elevado.</u>

2.5.1.2 Manutenção Preventiva Condicionada ou Manutenção Preditiva

É a Manutenção Preventiva efectuada no momento exacto, quando existe evidência experimental da avaria iminente. Esse momento é detectado através de análises estatísticas e análises de sintomas.

Entende-se por controlo preditivo de manutenção, à determinação do ponto óptimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis.

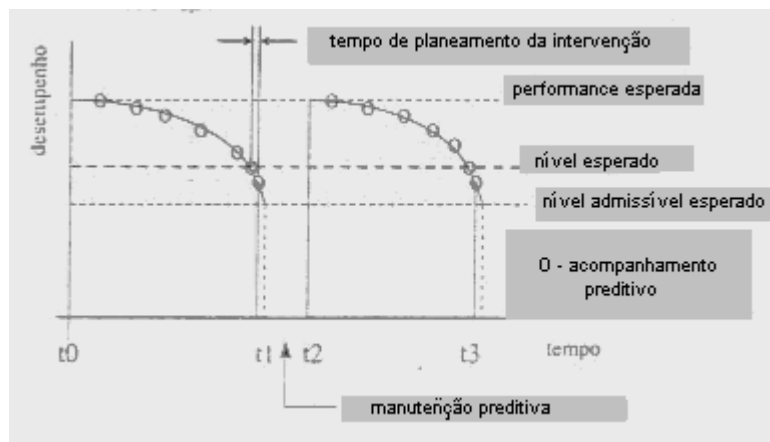



Figura 16: Gráfico ilustrativo da manutenção preditiva

A determinação desse ponto traz como resultado índices ideais de prevenção de falhas, tanto sob o aspecto técnico como pelo aspecto económico, uma vez que a intervenção no equipamento não é feita durante o período que ainda está em condições de prestar o serviço, nem no período em que suas características operativas estão comprometidas.

Neste tipo de manutenção, a decisão de intervenção preventiva é tomada.

Este tipo de manutenção permite refinar os sistemas de manutenção preventiva, sendo a manutenção envolvida por um esforço conjunto onde: as unidades são descentralizadas, os especialistas em manutenção são envolvidos nos projectos dos equipamentos e decisões sobre preparação de equipamentos (“set up”) e mantêm contactos com fornecedores para assegurar qualidade.

Este tipo de manutenção aplica-se aos equipamentos críticos.

Para ser eficaz deverá ser pensada durante a concepção do equipamento.

Destaco algumas técnicas preditivas (ferramentas):

- **Ensaios não destrutivos.**
- **Termologia.**
- **Análise de vibrações.**
- **Análise de lubrificantes.**
- **Energia acústica (ultra-som).**

Vantagens:

• Aumento da longevidade dos equipamentos

• Controlo mais eficaz de peças de reserva e sua limitação

• Custo menor de reparação

• Aumento de produtividade

Descrição das várias etapas:

Etapa 1 - Detecção do defeito que se desenvolve

A detecção do defeito é efectuada normalmente pelo registo de vibrações ou através da medição de alguns parâmetros, tais como pressão, temperatura, aceleração, intensidade de corrente e caudal.

Etapa 2 - Estabelecimento de diagnóstico

Nesta fase localizam-se a origem e a gravidade dos defeitos.

Etapa 3 - Análise da tendência

Faz-se um pré-julgamento do tempo disponível antes da avaria, de modo a determinar o momento de início de vigilância apertada e prever a reparação.

Condições básicas:

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitorização/medição;

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer esse tipo de acção, em função dos custos envolvidos;

- Deve ser estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado;

- É fundamental que a mão-de-obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada. ***Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos***.

2.5.2 Manutenção Correctiva

A manutenção correctiva é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção, pode sintetizar-se pelo ciclo "avaria-repara", ou seja, a reparação dos equipamentos é feita depois de ocorrer a avaria. É a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema.

Este tipo de manutenção origina:
- Baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, como tal, das cadeias produtivas;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- Paragens forçadas para reparação em momentos inoportunos correspondentes a épocas de elevada produção, ou até a épocas de crise geral.

É óbvio que é impossível eliminar completamente este tipo de manutenção, pois muitas vezes não se pode prever o momento exacto em que ocorrerá um defeito que obrigará a uma manutenção correctiva de emergência.

Justifica-se em situações em que:
- São mínimos os custos indirectos da avaria e não se origina problemas de segurança;
- Quando o parque é constituído por máquinas com as mesmas funções, e que as essas avarias não afectem a produção de forma crítica.

Na Manutenção Correctiva voltamos a ter dois tipos de actuações:
Manutenção Paliativa: São reparações efectuadas de carácter provisório (“desenrascar”).
Manutenção Curativa: São reparações efectuadas de carácter definitivo (reparar).
Em ambas as actuações, é de grande importância o arquivo do histórico de intervenções.

2.5.2.1 Manutenção Paliativa (1º e 2º níveis de AFNOR)

A manutenção paliativa é idêntica á manutenção curativa, variando no objectivo imediato. Esta manutenção é executada após a ocorrência de avarias, sendo neste caso o objectivo imediato a reposição em funcionamento das instalações ou equipamentos, ficando a resolução final da avaria adiada para um futuro em que o funcionamento das instalações/equipamentos não seja já tão crítico (por exemplo, no final do horário de laboração ou fim-de-semana).

2.5.2.2 Manutenção Curativa (3º e 4º níveis de AFNOR)

Manutenção em que a preparação do trabalho é feita após análise da avaria, quando a urgência o permite;

Evolução da manutenção curativa

- Análise das causas da avaria;
- Reparação;
- Correcção eventual de modo a eliminar a causa da avaria ou a minimizar as suas consequências;
- Memorização dos dados relativos à intervenção (histórico);
- Evolução para um planeamento da Manutenção.

3 Conhecimento das Máquinas

3.1 Introdução

Para realizar uma gestão correcta dos equipamentos numa unidade industrial é **necessário conhecer esses equipamentos detalhadamente** para poder responder de forma rápida e concisa às quatro questões fundamentais em manutenção:

- Que equipamentos devem ser alvo de manutenção preventiva?
- Como deve ser feita a manutenção?
- Quando deve ser feita a manutenção?
- A manutenção efectuada é a mais correcta, técnica e economicamente?

3.2 As Máquinas

Este projecto realizou-se em torno da manutenção de máquinas no processo de fabrico de estruturas metálicas. Os **Centros de Maquinagem** da marca espanhola ZAYER foram as máquinas alvo do projecto. Estes centros são dotados de um controlo numérico que permite realizar operações de maquinagem distintas tais como fresar, furar e roscar.

3.2.1 Centros de Maquinagem

O centro de maquinagem é o resultado da evolução lógica e tecnológica da "máquina ferramenta de fresar" (fresadora) num contexto onde é preciso aumentar a precisão, a produtividade e a flexibilidade, ao mesmo tempo que se melhoram as condições de segurança dos trabalhadores. Tudo isto, logicamente, acompanhado pela incorporação da electrónica e da informática.

Um centro de maquinagem pode ser definido como uma máquina ferramenta que permite o arranque de material, isto é, uma máquina que opera com a ajuda de uma fonte de energia exterior e é capaz de modificar a forma do material ou peça a mecanizar mediante o arranque de pequenas proporções do mesmo ou aparas, de forma contínua ou descontínua.

Assim, as características essenciais de um centro de maquinagem e que nos permitem diferenciar de outro tipo de máquinas são as seguintes:

- Está dotado de um controlo numérico, o que significa que os centros de maquinagem são um produto da revolução tecnológica e que foi posto ao serviço da metalomecânica,

graças à introdução da tecnologia do controlo numérico. Não existem centros de maquinagem, como aqui se definem, anteriores à tecnologia do controlo numérico;

- Pode realizar outras operações de maquinagem além de fresar, isto é, a transformação da fresadora clássica num centro de maquinagem surgiu como consequência da necessidade de a dotar com mais potencialidades para desenvolver operações de trabalho que tradicionalmente se realizavam noutro tipo de máquinas, como é o caso da furação e da roscagem. Com efeito, embora tenham implicações mecânicas e tecnológicas bem distintas, estas operações executam-se mediante um movimento de corte circular, com a ajuda de uma ferramenta rotativa, o que permitiu integrar este tipo de operações numa única máquina, que conhecemos como centro de maquinagem;
- Dispõe de um armazém de ferramentas automático, que surge como consequência da característica mencionada anteriormente, sem o qual seria praticamente impossível a troca automática das ferramentas e a realização das diferentes operações possíveis. Logicamente, o sistema de troca de ferramenta está governado pelo controlo numérico da máquina.

Figura 17: Centro de maquinagem ZAYER 30 KCU 12000 AR

3.2.2 As Ferramentas

As ferramentas usadas nestes centros de maquinagem são as fresas, as brocas e os machos de roscar.

Estas ferramentas são acopladas no cone de ferramenta que depois vai ser ligado ao cabeço da máquina.

3.2.2.1 Cone da ferramenta

Cone da ferramenta..DIN 69871 AD50

Cinta da ferramenta..ISO 7388/2 B50

Peso máximo das ferramentas....................................25Kg

O máximo rendimento a fresar, é obtido usando ferramentas com diâmetro máximo de 125mm

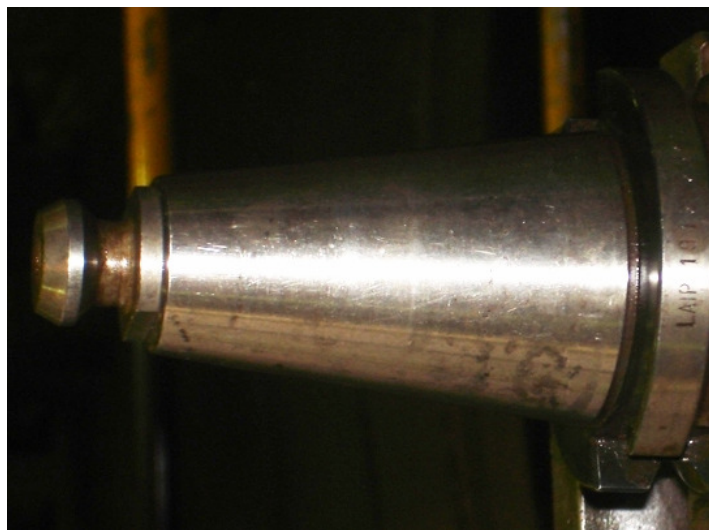



Figura 18: Cone da ferramenta

Nas máquinas com armazém e sistema de troca automático de ferramentas, a cinta da ferramenta, monta-se directamente no cone da ferramenta.

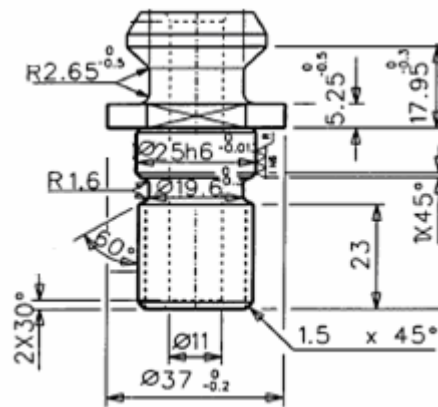



Figura 19: Cinta da ferramenta

3.2.2.2 Fresas

A ferramenta fresa normalmente cilíndrica, é composta por diversos gumes cortantes que em movimento rotativo e contínuo colocados no eixo da fresadora, que quando passam pela matéria-prima, retira fragmentos (chamados de limalhas), até dar forma e tamanho desejados.

A fresadora é utilizada para desbastar o metal e cortar peças.

Na Figura 20 estão visíveis dois tipos de fresas.

Figura 20: Fresa de ripa e fresa de disco usadas na Oxisol

3.2.2.3 Brocas

As brocas são ferramentas de corte, de forma cilíndrica, com canais helicoidais que terminam em ponta cónica e são afiadas com determinados ângulos.

As brocas caracterizam-se pela medida do diâmetro, forma da haste e material de composição, geralmente são feitas, em aço carbono e aço rápido.

As brocas apresentam-se em diversos tipos, segundo a natureza e características do trabalho a ser desenvolvido.

Os principais tipos de brocas são:

- Broca Helicoidal;
- Broca com Orifícios para o fluído de Corte;
- Broca Múltipla;

As brocas de aço rápido são utilizadas em trabalhos que exijam maiores velocidades de corte, oferecendo maior resistência ao desgaste e calor do que as de aço carbono.

As brocas antes de serem utilizadas tem que ser inspeccionadas e se necessário têm que ser afiadas, utilizando-se nesta operação um esmeril.

Durante a operação de furação o local a ser trabalhado tem que ser oleado ou lubrificado para eliminar o atrito.

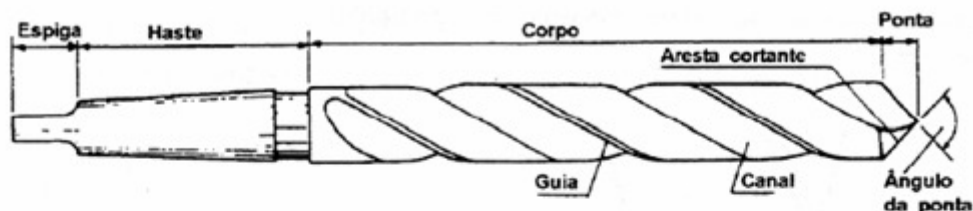



Figura 21: Brocas

Na Figura 22 para além de ser visível o trabalho de furação exercido pelo centro de maquinagem ZAYER 30 KCU 12000 AR é visível também o líquido de refrigeração de seu nome taladrina a sair do cabeço do centro de maquinagem para facilitar o corte, arrefecer a broca, eliminar o atrito e minimizar o desgaste.

Figura 22: Broca em acção na Oxisol

3.2.2.4 Machos de roscar

São ferramentas de corte, constituídas por aço-carbono ou aço rápido, destinadas à remoção ou deformação do material. Um dos seus extremos termina numa cabeça quadrada, que é o prolongamento da haste cilíndrica.

Dentro dos materiais de construção, o aço rápido é o que apresenta melhor tenacidade e resistência ao desgaste.

Os machos de roscar são fabricados para roscar peças interiormente.

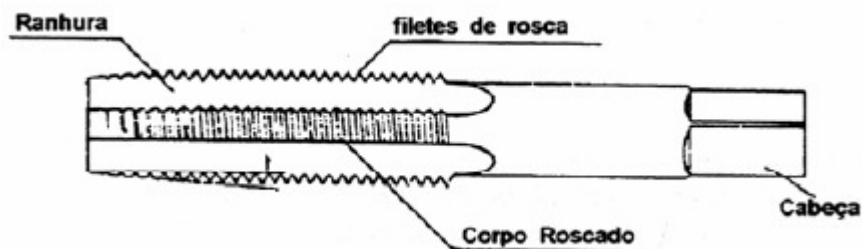



Figura 23: Macho

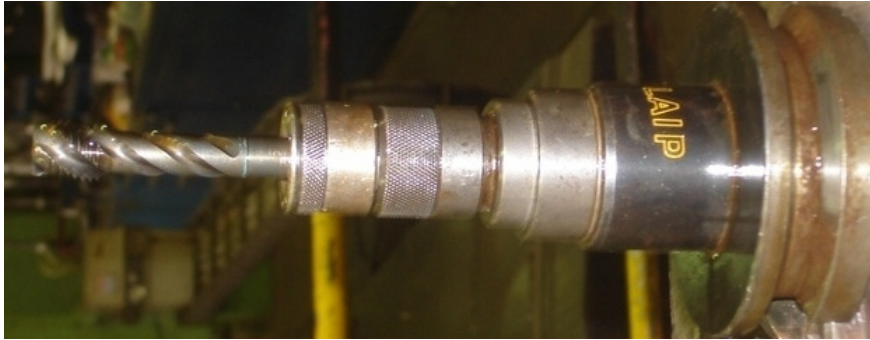



Figura 24: Macho M16 da ZAYER 11000 MFU

3.2.3 Sistema de transporte

São usados meios de elevação adequados às cargas das peças a maquinar, com especial atenção para nas garras ou outros elementos da fixação, para que estes não larguem a peça. O trabalhador deve usar luvas e calçados da protecção.

Na Oxisol 90 a 95% das peças maquinadas são peças de grande porte, muito pesadas, sendo o seu transporte quase sempre realizado através das pontes rolantes.

Figura 25: Movimentação de uma estrutura de máquina para o centro de maquinagem através de ponte rolante

3.2.4 Modo de funcionamento destes Centros de maquinagem ZAYER

Os “modo de funcionamento” adaptam a velocidade da máquina ao modo seleccionado mais aconselhável para o trabalho a realizar. Estes supervisionam o bloqueio das portas de protecção e requerem, em alguns modos, um dispositivo de activação.
Todos eles estão controlados por um dispositivo especializado e homologado de segurança. Este mecanismo verifica se em cada modo, a máquina respeita os avanços e as velocidades estabelecidas como seguros, ocorrendo uma paragem de emergência se assim não acontecer.

Estas máquinas têm 3 modos de funcionamento:
- <u>Selecção do modo automático (Modo 1)</u>

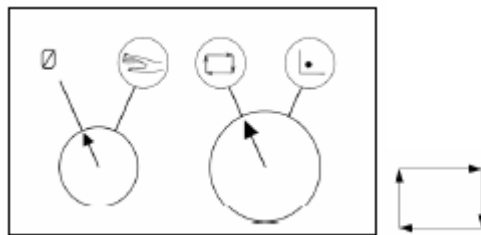



Figura 26: Modo Automático

PORTAS DE PROTEÇÃO DA MÁQUINA:
Com o selector na posição AUTOMÁTICA, ocorre um bloqueio automático dos trincos da máquina, tanto portas como janelas. No caso de alguma delas não estar fechada não será permitido o deslocamento dos eixos nem da rotação do cabeço.

Neste modo de funcionamento para permitir a execução de operações sequenciais programadas sob o controle numérico, as portas devem ser fechadas e bloqueadas. Se o controlo está no modo automático e se este for desligado os avanços param e visualizava-se a seguinte mensagem:
“CAMBIO DE MODO TRABAJO NO PERMITIDO” – troca do modo de trabalho não permitida.
Neste modo não há alteração de velocidade dos avanços, nem da rotação do cabeço.

PORTA DE PROTECÇÃO DO ARMAZÉM DE FERRAMENTAS:
Não se pode colocar a máquina em avanço se a porta estiver aberta.
A porta do armazém das ferramentas tem a mesma categoria de segurança que as portas da protecção do operário. No modo automático esta permanecerá constantemente fechada e bloqueada.

- Selecção do modo semi-automático (Modo 2)

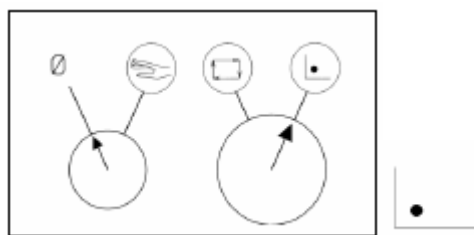



Figura 27: Modo de regulação

No modo de selecção 2, as portas desbloqueiam-se. Aqui é possível mover manualmente os eixos, com um limite de velocidade estabelecido pelo fabricante.

Neste modo não é permitido a execução de nenhum programa, todos os movimentos permitidos são no modo manual.
PORTA DA PROTEÇÃO DO ARMAZÉM DAS FERRAMENTAS:
Neste modo de funcionamento a porta do armazém permanecerá aberta só quando estiver a ocorrer a carga e descarga de ferramentas, para que o armazém possa girar, a condição essencial é que a porta esteja fechada e bloqueada.

- Selecção do modo manual (Modo 3)

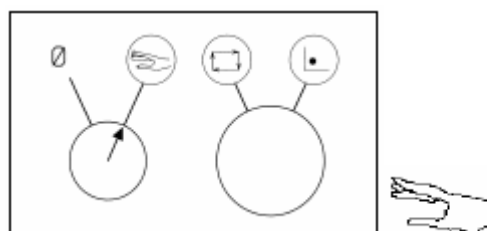



Figura 28: Modo Manual

MODO OPCIONAL PARA A INTERVENÇÃO MANUAL EM CONDIÇÕES DE OPERAÇÕES RESTRITIVAS.

ÍNICIO DE MARCHA.

Para iniciar a marcha neste modo de funcionamento deve observar-se os avisos de segurança que são especificados no seguinte texto.

Este modo obriga a considerar a responsabilidade do trabalhador para o uso da máquina.
O risco de danos (esmagar, etc.), é maior no modo 3, para as movimentações dos eixos NC (eixos e cabeços) com a porta da blindagem aberta.
Este modo de serviço só pode ser activado por pessoal autorizado com formação apropriada .
É considerado pessoal especializado, todo aquele que possui formação, nos seus conhecimentos e experiência suficientes para está em condições de avaliar os riscos dos trabalhos de mecanização e determinar os perigos possíveis.
As pessoas semi-qualificadas não podem ter o acesso a este modo de funcionamento.
A empresa e o utilizador final têm que assegurar mediante medidas de organização que este modo de funcionamento é utilizado apenas em casos especiais.
Devido às condições tecnológicas (por exemplo o material da peça, a ferramenta empregue, as velocidades de deslocamento dos eixos e rotação do cabeço), a pessoa responsável pela utilização da máquina deve usar equipamentos de protecção individual (EPI), com vista a reduzir o risco de danos.
A pessoa responsável pela utilização da máquina tem de valorizar os riscos e tomar a correspondente decisão para cada um dos casos.
Uma vez terminados os trabalhos neste modo tem de se colocar a chave no modo normal. De seguida retirar a chave que activa o modo 3 e guarda-la num local seguro, para que pessoas alheias a este serviço não tenham acesso.
Sempre que possível, as operações de trabalho têm que ser realizadas em modo de funcionamento automático – Modo 1.

O MODO 3 UTLIZA-SE NOS SEGUINTES CASOS:

Quando existe uma necessidade de uma observação directa ou de uma intervenção manual no processo de mecanização, necessitando de um funcionamento por uma parte controlada manualmente e por outra parte de forma automática. É a pessoa responsável pelo uso da máquina a indicada para tomar a decisão sobre a utilização do modo 3.

4 Fichas Técnicas de Máquinas

Foi criada para cada um destes 3 Centros de Maquinagem uma Ficha Técnica de Máquina para ser afixado junto às máquinas. Esta ficha para além da identificação da máquina contém outras informações como os consumíveis e os planos de manutenção preventiva.

OXISOL

Ficha Técnica de Máquina

PC-210

Identificação

Designação: Centro de Maquinagem	Observações: Data de aquisição: 16/03/1998
Marca: ZAYER	Recorridos: -longitudinal eixo X ------ 9000 mm
Modelo: 30 KC 9000	-transversal eixo Y -------1500 mm
Nº de Série: 76084	-vertical eixo Z -----------6800 mm
Código: PC-210	Equipado CNC FAGOR 8050 M

Acessórios e Consumíveis

Orgão	Consumíveis	Quantidade
Caixa de velocidades	ENER-HLP-HM68//renolin B20 VG68	
Circuito Hidráulico	ENER-HLP-HM46//Fevis K456//Equi	
Lubrificação centralizada	MACC.D68//Vactra 2 // Equivalent	
Massa para o cabeço	KLUBER VARILUB NBU 15/300	
Fluído de corte	CIMSTAR 560 4-5% DEPOSITO-1000L	

Plano de Manutenção Preventiva

Nº	Acções	Periodicidade	Responsável	Observações
	Inspecção e Lubrificação	30 (dias)		
	Nivelamento	365 (dias)		
	Revisão Geral	365 (dias)		

Registo de Manutenção Preventiva

Nº	Data	Tempo	Observações	Rubrica

Figura 29: Ficha Técnica de Máquina ZAYER 30 KC 9000

Esta ficha foi criada, não só com o intuito de auxiliar os operadores mas também para os sensibilizar e motivar a realizarem correctamente a Manutenção de 1º e 2º nível às suas máquinas.

5 Análise do historial das máquinas

Os **dados históricos** são a base de qualquer sistema de Manutenção. Constituem uma orientação para decisões essenciais ao longo da vida dos equipamentos, tais como:

- Conteúdo da manutenção preventiva;
- Frequência da manutenção preventiva;
- Substituição de equipamentos;

Estes dados são tanto mais úteis, quanto maior for o rigor no seu registo e a regularidade na sua actualização.

No que diz respeito à Oxisol, existem alguns aspectos que podem ser melhorados através da implementação das medidas sugeridas ao longo deste trabalho.
Desde logo, um aspecto que pode ser melhorado diz respeito ao arquivo dos manuais, que deviam estar todos organizados e com alguém responsável por eles. Também deveria existir cópias dos esquemas hidráulicos, mecânicos e eléctricos, devidamente plastificados e junto das máquinas. Esta prática facilitaria não só a equipa de manutenção mas também os técnicos externos, em caso de avaria das máquinas.
De modo a contrariar a falta de informação existente, seria necessário sensibilizar todos os colaboradores da Oxisol, principalmente a equipa de Manutenção, para o facto de toda a informação relacionada com as intervenções realizadas, dever ser registada, arquivada e guardada nos locais apropriados.

Uma vez feita a análise dos dados históricos existentes, realizei um ficheiro em Excel, como ilustrado nas figuras que se seguem, para cada um dos Centros de Maquinagem que eram objecto de estudo. Estes ficheiros, para além de terem sido a base do meu estudo, são também uma forma fácil de aceder a toda a Manutenção Preventiva e Curativa realizada nestes Centros de Maquinagem.

INTERVENÇÃO					TEMPO			
DATAS					INTERV.	MPRESA/Técnic	AVARIA	Descrição da acção / comentário
PEDIDO	Prioridade	INÍCIO	FIM	TIPO	minutos			
10-03-2004	Muito urgente	10-03-2004	11-03-2004	Correctiva-Mecânica	720	Luís Miguel	Paragem do cabeço rotação da árvore,deteoração do rolamento de apoio ao veio de transm.do mov.de rotação ao cabeço	Subst. do sensor indutivo para a função M19.Foi desmontado o veio de transm. e subst.do rolamento,limpeza de todo o circuito de lubrificação e subst.do lubrificante,verificação de todos os niveis e subst.dos filtros de ar dos ventiladores. A máquina ficou em bom estado de funcionamento e de conservação.
22-04-2004	Normal	22-04-2004	29-04-2004	Cunha eixo x ag	1500	F.Ferraz/A.Marques	Cunha do eixo XX agarrada. Vibrações nos 3 eixos. Parafusos de fixação da cunha nº6 partidos e rosca desfeita.	Foi desbloqueado o eixo e retirada a cunha. Todos os parafusos de fixação das cunhas e respectivas bases foram alterados para M10. Subst.de todos os raspadores de oleo das cunhas.Efectuaram-se as verificações e correcções geometricas à coluna da máquina.Afinação de todas as cunhas.Eliminaram-se todas as vibrações nos eixos,ajustando as cunhas.Reparação do elemento redutor e filtrante de entrada de ar comprimido.Subst.dos orings(54x2,5) 1 unidade e (14;1,5) 1 unidade
11-05-2004	Normal	01-06-2004	01-06-2004	Atesto;Limpeza	80			
21-05-2004	Normal	24-05-2204	24-05-2004	Reparação da bomba	300	F.Ferraz/Luís Miguel	A máquina apresentava o erro 64 activação de emergência.Rele 1C queimado, devido ao facto de uma limalha ter entrado no quadro de comando, provocando um curto circuito entre as linhas 49 e a linha 42	Reparação da fuga de óleo na bomba do grupo hidraulico.Subst.de um vedante redentor tipo: 25x36x6 BI BA 0,8RW. Subst.do rele e limpeza de todas as limalhas do quadro de comando. A máquina ficou em bom estado de funcionamento e conservação.
21-05-2004	Normal	23-05-2004	24-05-2004	Nivelamento	650	F.Ferraz/Luís Miguel	Detectou-se um erro máximo de 7 centesimas no deslocamento no eixo XX e de 13 centesimas no deslocamento em YY	Foram verificados e corrigidos todos os pontos acima mencionados. Foram verificidos os alinhamentos com auxilio do lazer.Nenhuma anomalia detectada, a máquina ficou em bom estado de conservação e funcionamento.
28-05-2004	Normal	28-05-2004	28-05-2004	Atesto;Limpeza	30		Foram detectadas uma grande folga nos 3 eixos embora mais acentuada no eixo YY e outra no sem-fim e roda dentada respeitante ao movimento do gira-codo.Pasta da base de deslocamentona parte inferior da mesa encontra-se a precisar de uma reparação.	Foram verificados todos os níveis de óleo. A máquina necessita de uma grande revisão.
23-09-2004	Normal	08-11-2004	08-11-2004	Atesto;Limpeza	60	Luís Miguel		Todos os niveis verificados e lubrificações efectuadas. Máquina em bom estado de conservação e funcionamento.
01-10-2004	Normal	01-10-2004	11-10-2004	Avaria controlador	120	ZAYER	Detectou-se que as valvulas reguladoras de caudal não funcionam correctamente. As electrovalvulas não funcinam correctamente	Foram enviados para a Zayer dois controladores, um do eixo ZZ e mais um de reserva que também não estava a funcionar correctamente. Montagem do controlador do motor eixo ZZ reparado pela Zayer.Montagem de duas electrovalvulas novas responsaveis pelo mov.do giro-codo.Afinações gerais do ganho e erro de seguimento nos 3 eixos.
18-11-2004	Normal	18-11-2004	18-11-2004	Avaria Bloqueio	240	F.Ferraz/Luís Miguel	Avaria no motor do eixo ZZ	Reparação completa do motor do eixo ZZ, com subst.do seguinte material: 1 rolamento SKF 6206/Z2C3; 1rolamento SKF 6007/Z2C3; 4 anilhas de pressão de ajuste do rolamento de encosto; Subst.do taco gerador no eixo ZZ e YY;Afinação do erro de seguimento nos respectivos eixos;Equipamento ficou em bom estadode conservação e funcionamento
23-11-2004	Normal	23-11-2004	23-11-2004	Atesto;Limpeza	60			
23-12-2004	Normal	28-12-2004	28-12-2004	Atesto;Limpeza	60			

Figura 30: Histórico da ZAYER 11000 - Ano 2004

INTERVENÇÃO					TEMPO			
DATAS					INTERV.	MPRESA/Técnic	AVARIA	Descrição da acção / comentário
PEDIDO	Prioridade	INÍCIO	FIM	TIPO	minutos			
22-01-2005	Normal	23-01-2005	23-01-2005	Atesto;Limpeza	60			
20-02-2005	Normal	01-06-2005	16-06-2005	Nivelamento	1000	Luís Miguel	Blindagem inferior do eixo ZZ não está em bom estado	Foram efectuadas as correcções necessárias ao melhoramento da geometria e nivelamento geral;Efectuada uma beneficiação aos motores CC dos eixos XX,YY e ZZ;Efectuado um reaperto ao bloco de fixação da fêmea do eixo XX à coluna;Ajustamento das folgas dos eixos, através das cunhas de fixação dos respectivos eixos;Afinação dos erros de seguimento,ganho e estabilidade de cada eixo; Reparaçãoà blindagem inferior do eixo ZZ;
21-02-2005	Normal	01-03-2005	01-03-2005	Atesto;Limpeza	60	A.Marques	Erro na geometria da máquina.Instabilidade no deslocamentodo eixo YY;Instabilidade no deslocamento do eixo ZZ; Movimento do giro codo com dificuldade,É necessário ajuda manual para efectuar o respectivo movimento	Necessário melhorar a ventilação do quadro eléctrico com insuflação de ar do exterior
23-03-2005	Normal	17-06-2005	17-06-2005	Atesto;Limpeza	60	A.Marques/AUTO SIL		Subst.a bateria por 2 modulos de 6V cada, ligados em serie com as seguintes características: 6V,185Ah, MT 6-240/185 MONOBLOCO de TRACÇÃO; Custo total=322,97 euros;Equipamento em bom estado de conservação e funcionamento.
22-05-2005	Normal			Atesto;Limpeza	60	A.Marques/AUTO SIL		Subst.a bateria por 2 modulos de 6V cada, ligados em serie com as seguintes características: 6V,185Ah, MT 6-240/185 MONOBLOCO de TRACÇÃO; Custo total=322,97 euros;Equipamento em bom estado de conservação e funcionamento.
21-06-2005	Normal			Atesto;Limpeza	60	A.Marques/AUTO SIL		Subst.a bateria por 2 modulos de 6V cada, ligados em serie com as seguintes características: 6V,185Ah, MT 6-240/185 MONOBLOCO de TRACÇÃO; Custo total=322,97 euros;Equipamento em bom estado de conservação e funcionamento.
21-07-2005	Normal	21-07-2005	21-07-2005	Atesto;Limpeza	60			
19-08-2005	Normal	19-08-2005	19-08-2005	Nivelamento	350			
19-08-2005	Normal	19-08-2005	23-08-2005	Revisão geral	600			Subst.o transformador e controlador do eixo XX por estarem queimados, foram enviados para reparação a expresso rebobinador e zayer respectivamente; Montagem de um dijuntor de 3A de protecção a lampada de iluminação;
18-12-2005	Normal			Atesto;Limpeza	60		Fuga de óleo nas válvulas; Folga no cabeço; Cordões de solda partidos no rodado principal;	

Figura 31: Histórico da ZAYER 11000 - Ano de 2005

INTERVENÇÃO					TEMPO INTERV.	EMPRESA/Técnico	AVARIA	Descrição da acção / comentário
DATAS								
PEDIDO	Prioridade	INÍCIO	FIM	TIPO	minutos			
17-01-2006	Normal	30-01-2006	30-01-2006	Atesto;Limpeza	60	Luís Miguel		Correcção do nivel de óleo no depósito do grupo hidraulico. Oleo UNIVIS 46; Subst.do filtro de particulas no ventilador do motor SS;
15-02-2006	Normal	21-02-2006	21-02-2006	Nivelamento	60			Não foi necessário efectuar qualquer correcção geometrica;
16-02-2006	Normal	24-02-2006	24-02-2006	Atesto;Limpeza	60			
18-03-2006	Normal	18-04-2006	20-04-2006	Atesto;Limpeza	1500	Luís Miguel		Revisão ao cabeço com subst.do seguinte material: 1 anel labirinto; 1 rolamento TIMKEN 720210/JMS 11946; 1 rolamento SKF JMS 11946/JMS 11910; Foram efectuadas correcções gerais de geometria ao cabeço e restante máquina, ficando tudo conforme registo de controlo de qualidade em anexo; Subst.tacos geradores dos eixos XX e YY; Máquina ficou em bom estado;
17-04-2006	Normal			Atesto;Limpeza	60		A máquina apresenta um acabamento do trabalho efectuado defeituoso;	Necessário efectuar correcções geométricas
17-05-2006	Normal	22-05-2006	22-05-2006	Atesto;Limpeza	60	A.Marques		Foi efectuada alteração a percentagem da mistura do óleo de lubrificação ao barramento; Nova percentagem da mistura passa a ser de 251 para 51
30-05-2006	Normal	29-06-2006	03-07-2006	Avaria bomba água	60	Gilberto Coelho/EXPRESSO REBOBINADORA	Avaria na bomba de água por excesso de água colocada no tanque pelo operador;A bomba ficou submersa e provoca o disparo das protecções por fugas à massa;	A bomba foi enviada para a empresa expressorebobinador,para rebobinar enrolamentos do estator do motor da bomba;Foi instalada no tanque e ficou a funcionar correctamente;
16-06-2006	Normal	23-06-2006	23-06-2006	Atesto;Limpeza	60	Luís Miguel		Foi efectuada a correcção ao nivel de óleo grupo hidraulico de accionamento dos cilindros de apoio ao eixo XX, com óleo RENOLIN B46; Foi
16-07-2006	Normal	19-07-2006	19-07-2006	Atesto;Limpeza	60			Nada a registrar, equipamento em bom estado de conservação e funcionamento;
14-08-2006	Normal			Nivelamento	0			
14-08-2006	Normal			Revisão geral	0			
15-08-2006	Normal			Atesto;Limpeza	60			
14-09-2006	Normal			Atesto;Limpeza	60			
14-10-2006	Normal			Atesto;Limpeza	60			
13-11-2006	Normal	28-11-2006	28-11-2006	Atesto;Limpeza	60			Não foi necessário efectuar qualquer correcção aos níveis de lubrificante; Foi efectuada a subst.dos filtros de particulas dos ventiladores; Nenhuma anomalia foi detectada; Equipamento ficou em bom estado de conservação e funcionamento.
13-12-2006	Normal	13-12-2006	13-12-2006	Atesto;Limpeza	60			

Figura 32: Histórico da ZAYER 11000- Ano 2006

INTERVENÇÃO					TEMPO	EMPRESA/Técnico	AVARIA	Descrição da acção / comentário
DATAS					INTERV.			
PEDIDO	Prioridade	INÍCIO	FIM	TIPO	minutos			
12-01-2007	Normal	12-01-2007	12-01-2007	AtestoLimpezaVistoria	60		Ao ligar a máquina o quadro desliga;Transformador trifasico de 9 KVA de alimentação ao variador do eixo XX queimado; Controlador variador eixo XX com avaria;Grupo hidraulico com rolamento gripado;Eixo ZZ com problemas, instabilidade no funcionamento.	Foram corrigidos os niveis de lubrificante da máquina;Subst.do transformador trifasico 9KVA;Subst.do variador de velocidade do eixo XX por um reparado.Subst.do dijuntor magnetotermico do eixo YY, por um novo 4x50 A;Benefeciação ao motor do grupo hidraulico principal;Afinações ao eixo ZZ;Subst.da carta de regulações do motor principal por uma reparada, a carta avariada foi enviada para a ZAYER para reparação;A máquina ficou em bom estado de conservação e funcionamento.
10-02-2007	Normal	01-03-2007	01-03-2007	Nivelamento	200			Geometria OK
11-02-2007	Normal	03-03-2007	03-03-2007	AtestoLimpezaVistoria	60			Subst.dos filtros de particulas/poeiras;Correcção do nivel de óleo do deposito do grupo hidraulico dos cilindros de apoio do fuso, eixo XX, com 5 litros de óleo FUCHS B15; Subst.do apoio em nylon do cilindro de apoio do fuso eixo XX lado esquerdo;Foram efectuados teste de bom funcionamento, não tendo sido detectada nenhuma anomalia.
13-03-2007	Normal	23-03-2007	23-03-2007	Atesto;Limpeza	60			Equipamento OK. Nada a registrar.
12-04-2007	Normal	29-03-2007	29-03-2007	AtestoLimpezaVistoria	60			Nenhuma anomalia a registrar. Nenhuma correcção efectuada.
12-05-2007	Normal	30-05-2007	30-05-2007	Atesto;Limpeza	60		Blindagem frontal do eixo YY em borracha encontra-se deteorada	Foi efectuada uma inspecção geral ao equipamento, não tendo sido efectuado nenhum reajuste de nível de lubrificante; Foi efectuada a substituição de uma blindagem frontal do eixo YY em borracha. O equipamento ficou em bom estado de conservação e funcionamento.
11-06-2007	Normal	13-07-2007	13-07-2007	AtestoLimpezaVistoria	60			Nada a registrar.Equipamento encontra-se em bom estado de conservação e funcionamento.
		25-07-2007	25-07-2007	Avaria comutador posições painel		F.Ferraz	Falhas de funcionamento no comutador de posição. Comutador de posições apresentava bastante desgaste e nem sempre o contacto eléctrico ocorria nas melhores condições	Foi efectuada a subst.do respectivo comutador por um novo com a referência FAGOR 8CIA1009 e nº de série 0504077969; O defeito ficou corrigido e a maquina ficou a funcionar correctamente.
11-07-2007	Normal	30-07-2007	30-07-2007	AtestoLimpezaVistoria	60	Gilberto Coelho		Equipamento em bom estado de conservação e funcionamento.
			22-08-2007	Inspecção e lubrificação				Eq. OK; Nada a registrar
09-08-2007	Normal	03-09-2007	03-09-2007	Nivelamento	240	Gilberto	Avaria no motor do eixo ZZ	Desmontagem e montagem do eixo ZZ - reparado
09-08-2007	Normal	03-09-2007	03-09-2007	Revisão geral	240	Luís Miguel		Foram verificados todos os pontos mencionados na ficha de intervenção, não sendo detectada nenhuma anomalia.
10-08-2007	Normal	10-08-2007	10-08-2007	Atesto;Limpeza e Vistoria	60	A.Marques		Foram verificados todos os pontos mencionados na ficha de intervenção, não sendo detectada nenhuma anomalia.
09-09-2007	Normal	09-09-2007	09-09-2007	Atesto;Limpeza e vistoria	60	A.Marques		Foram verificados todos os pontos mencionados na ficha de intervenção, não sendo detectada nenhuma anomalia.
09-10-2007	Normal	18-03-2008	18-03-2008	Atesto;Limpeza e Vistoria	75			Foi acrescentado óleo lubrificação mistura 80% RENEP 22 20% RENEP VG68; Foi mudado o filtro do ar do motor Bom funcionamento
08-11-2007	Normal	26-03-2008	26-03-2008	Atesto;Limpeza	60			Foi acrescentado óleo hidraulico RNOLIN B 15
08-12-2007	Normal	10-06-2008	10-06-2008	Atesto;Limpeza	30			

Figura 33: Histórico da ZAYER 11000 - Ano de 2007

6 Software BAAN

Software BAAN é uma base de dados única que integra toda a informação da empresa.

Através do software BAAN, retirei os dados históricos desses mesmos Centros de Maquinagem e analisei-os de 2004 a 2007. Foi uma ferramenta de pesquisa muito importante para o meu estudo.

Neste ponto, a realidade que encontrei na OXISOL não foi a melhor. Apercebi-me que até finais de 2007 essa informação era devidamente guardada e registada no BAAN, mas que depois dessa data nada estava a ser realizado.

A equipa de Manutenção tinha como prioridade reparar as máquinas, mas não se preocupava em guardar e arquivar devidamente as informações dessas mesmas intervenções. A manutenção que esteve a ser realizada nesse período era uma manutenção primária tipicamente chamada de paliativa. A manutenção preventiva não estava a ser feita correctamente. Quando eu digo que não estava a ser feita correctamente, refiro-me aos tempos das intervenções preventivas que não estavam a ser cumpridos, ou se estavam, as informações dessas intervenções não estavam a ser devidamente arquivadas.

A meu ver perdeu-se muita informação útil neste período.

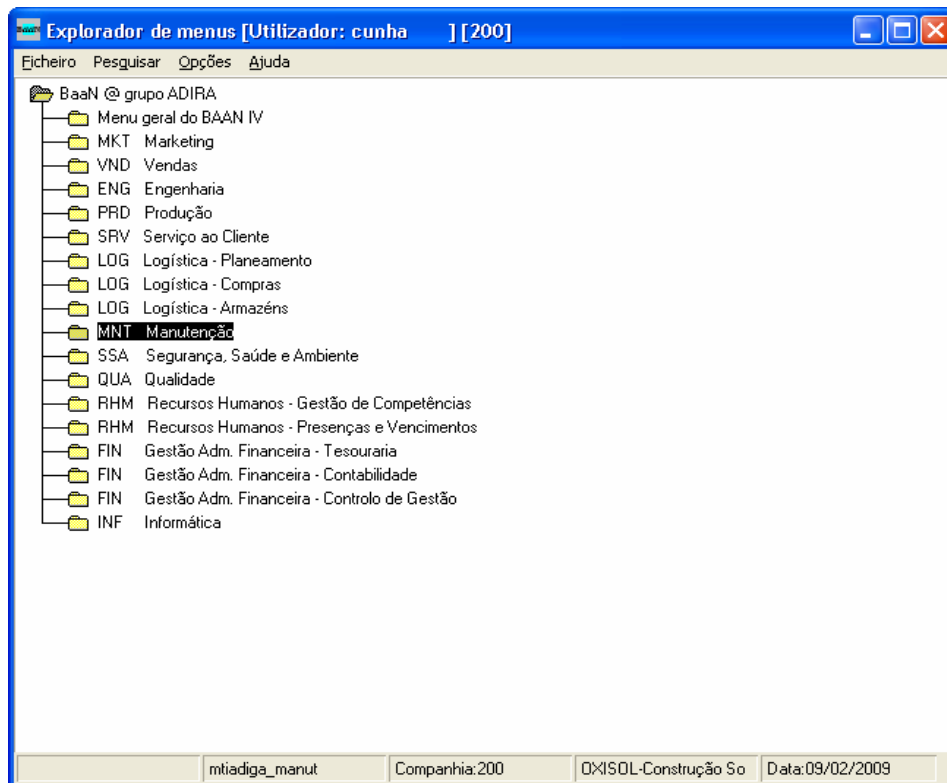



Figura 34: Página inicial do BAAN

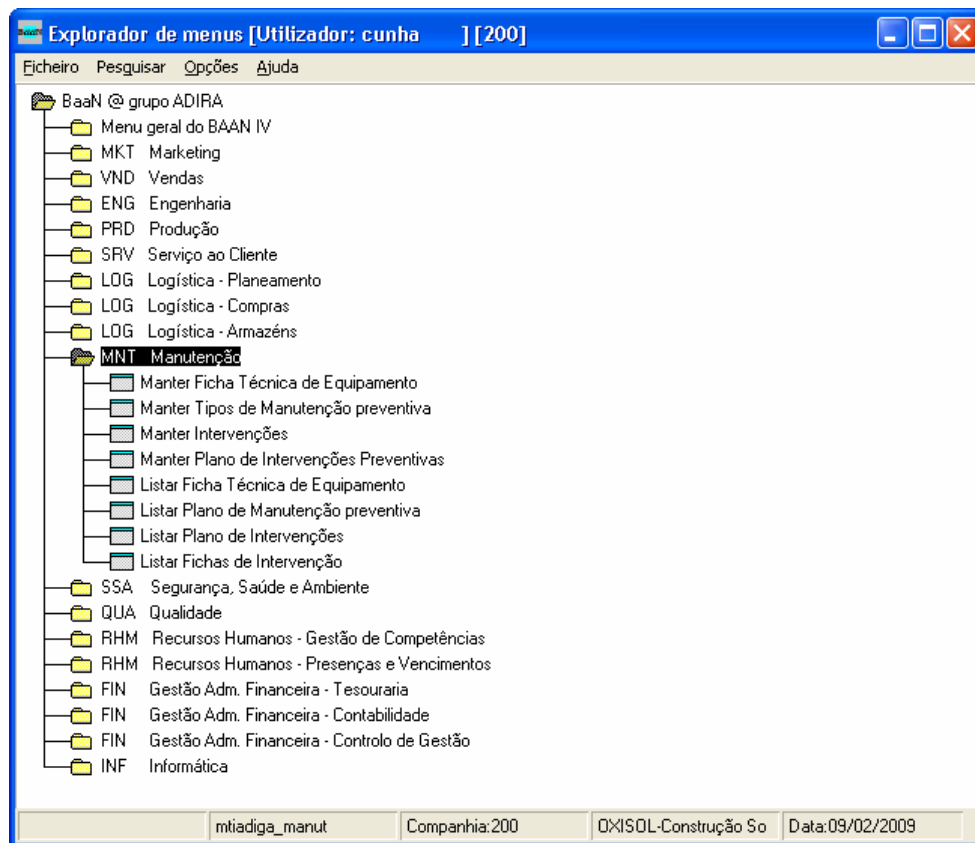



Figura 35: Área da Manutenção no BAAN

Figura 36: Introdução de informação no BAAN

7 Avaliar planos de manutenção do fabricante "versus" manutenção efectuada

7.1 MANUTENÇÃO DO FABRICANTE "ZAYER"

7.1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES:

- É conveniente uma colocação adequada da peça a mecanizar sobre a mesa, para evitar esforços desnecessários à máquina.
- De importância vital é a escolha correcta do tipo de ferramenta e das suas condições de corte, utilizando um líquido refrigerador adequado, sempre que necessário.
- Devem ser seguidas fielmente as recomendações de lubrificação e vigiados os níveis e estado dos filtros existentes na máquina.
- Não submeter a máquina a sobrecargas nem a condições de corte com vibrações fortes, vigiando os níveis de óleo e evitar trabalhar perto do nível máximo de consumo permitidos.
- Manter a máquina e seu espaço envolvente limpos.
- Por último contactar com o serviço Técnico da marca ZAYER, se for detectada qualquer anormalidade na máquina, parando-a máquina se for preciso, para evitar que **uma possível avaria, possa originar por falta de uma intervenção oportuna, uma outra avaria de maior gravidade.**

7.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

7.1.2.1 CABEÇO

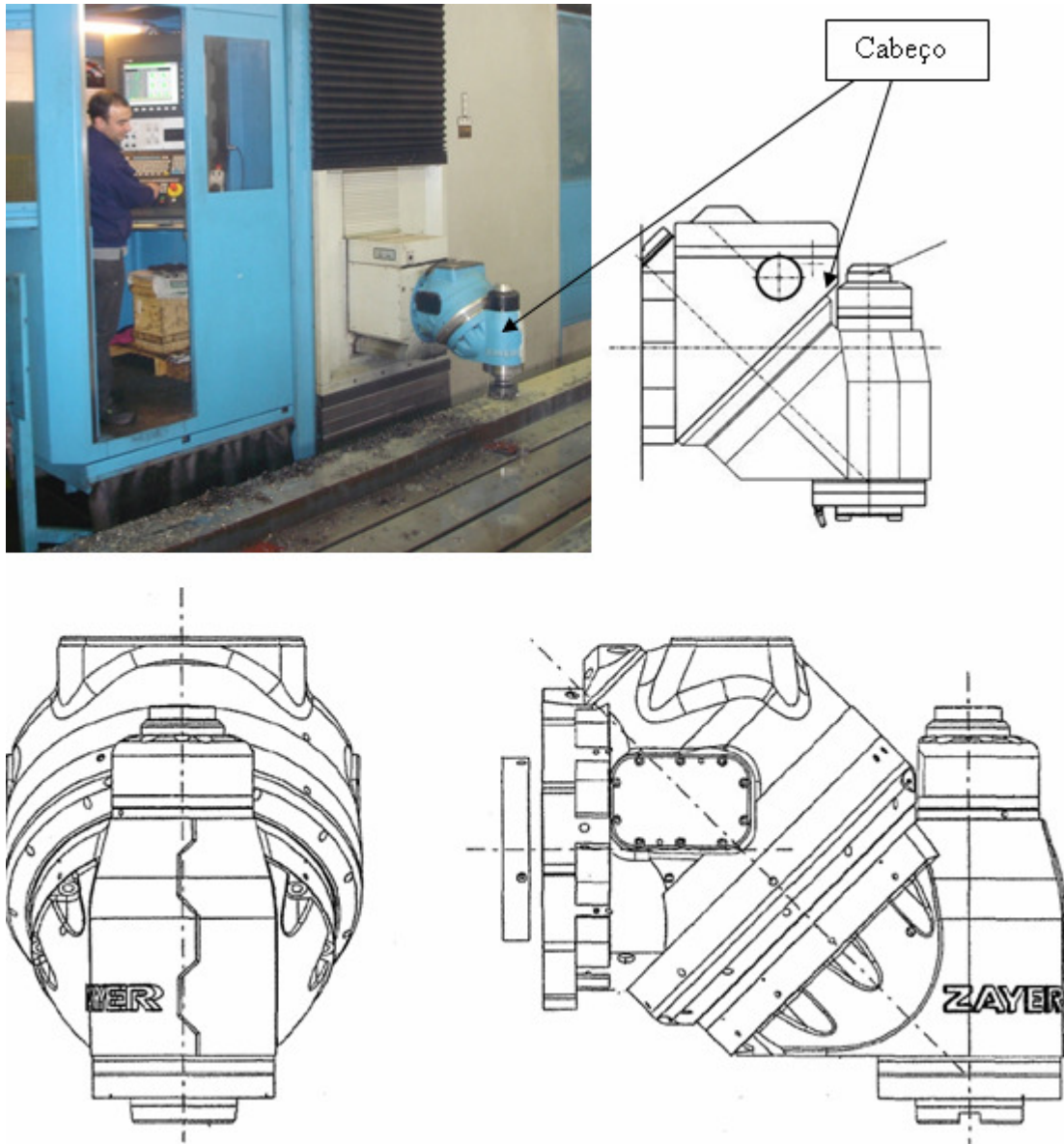



Figura 37: Cabeço

Este elemento por ser um orgão da máquina de grande importância, requer uma atenção especial.

A duração deste elemento será consideravelmente prolongada mediante uma lubrificação racional.

As **engrenagens cónicas do eixo do cabeço** devem ser **lubrificadas** aproximadamente de **15 em 15 dias**. A quantidade de lubrificante não deve ser excessiva (uma ou duas aplicações). Atender a esta recomendação **"lubrificação frequente e em pouca quantidade",** é necessária para conseguir um bom rendimento do cabeço.

Os **rolamentos do eixo do cabeço** devem ser lubrificados em **cada 200 horas de trabalho.**

7.1.2.2 CABEÇOTE

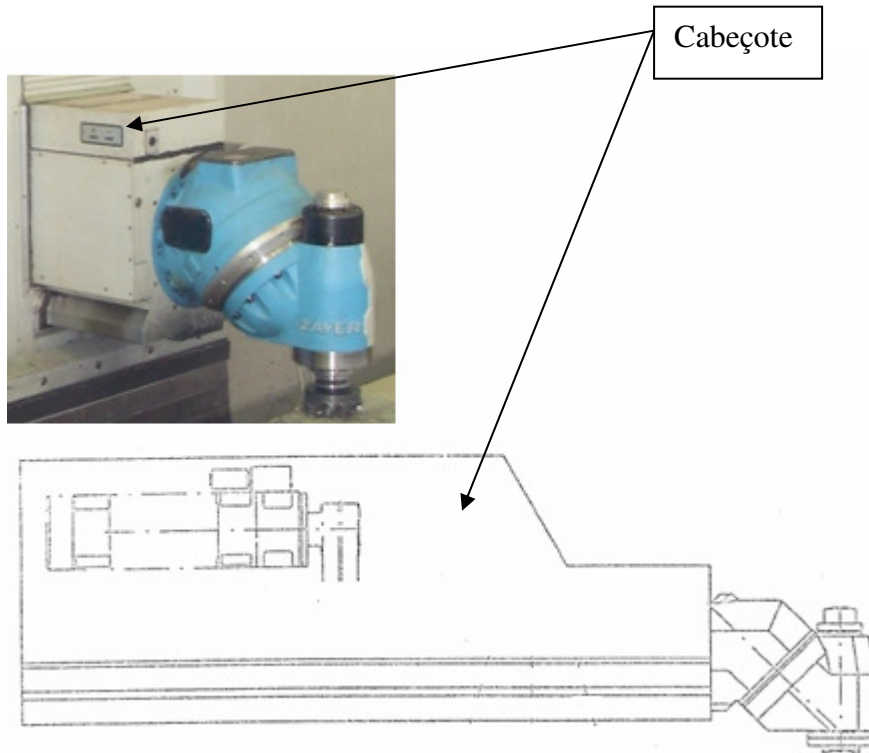



Figura 38: Cabeçote

O CABEÇOTE deve ser lubrificado, a **cada 500 horas** de funcionamento, nesta situação, aparecerá a mensagem "LUBRIFICAR CABEÇOTE (500 HORAS)". Depois de lubrificado, é necessário programar:
M88, iniciando-se a partir deste momento a nova contagem das 500 horas de intervalo entre lubrificações.
A fim de garantir um correcto funcionamento de lubrificação, manter a **pressão de ar a 1,5kg** e o **nível de óleo entre os limites máximo - mínimo**.
A falta de lubrificação provocará a paragem da máquina.

7.1.2.3 MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA

Os motores de corrente c.c. requerem uma **revisão** em cada **1500 horas** de funcionamento. Deve-se observar na revisão o estado do colector. Se sobre o colector se observar a existência de partículas sólidas, devemos eliminá-las com uma pano humedecido em petróleo.

As escovas estão submetidas a desgaste e portanto periodicamente devem ser substituídas.
Em cada revisão observar o grau de desgaste das mesmas, procedendo à sua substituição caso necessário. Quando se substituir alguma escova é aconselhável trocá-las todas.

7.1.3 PLANO DE MANUTENÇÃO PROGRAMADO - FABRICANTE

DIÁRIO:

- Limpar o cabeço;
- Limpar as guias do Cabeçote;
- Limpar as protecções das guias;
- Verificar o nível de caixa de gamas;

SEMANAL:

- Limpar a máquina;
- Esvaziar as sobras de lubrificação da consola;
- Verificar nível, filtro e pressão do grupo hidráulico;
- Verificar nível da bomba de lubrificação do cabeço;
- Verificar nível e limpar os ralos de refrigeração;
- Verificar a compensação hidráulica;
- Verificar a ventilação do armário eléctrico;
- Manutenção do cabeço segundo o manual;
- Limpar os filtros do sistema de filtração do ar;
- Executar a limpeza do sistema de refrigeração;

MENSAL

- Verificar o alarme de lubrificação automático;
- Limpar o ralo de decantação do depósito de taladrina;
- Testar fugas do grupo hidráulico;
- Verificar o ajuste hidráulico da ferramenta;

SEMESTRAL

- Reapertar as uniões do circuito hidráulico;
- Reapertar os bornes e limpeza dos filtros de ventilação do armário eléctrico;

- Verificação geométrica da máquina;
- Cabeço: rever o jogo de lubrificação e limpeza;
- Limpeza do depósito de lubrificação automático;
- Limpeza do depósito de refrigeração;
- Limpeza do depósito do grupo hidráulico;

ANUAL

Realizar uma revisão por pessoal autorizado que recolha os seguintes aspectos:

1. ESTADO GERAL DA MÁQUINA

1. Limpeza geral
2. Revisão visual do estado geral da máquina e do seu estado de conservação
3. Comprovação do funcionamento das medidas de segurança

2. MECANISMOS

2.1 LONGITUDINAL

1. Conferir estado, folga e nível de óleo nos redutores
2. Conferir o estado e folga do mecanismo pinhão – cremalheira

2.2 TRANSVERSAL

1. Conferir a folga do eixo
2. Conferir estado da correia e da chaveta do motor
3. Revisão e ajuste dos patins
4. Revisão do sistema de lubrificação

2.3 VERTICAL

1. Conferir o estado do sistema de compensação hidráulica, fugas e seus ajustes
2. Conferir o sistema de travagem.
3. Rever o sistema de segurança do movimento vertical
4. Conferir a folga do eixo
5. Conferir o estado da correia e chaveta do motor
6. Rever e ajustar os patins
7. Rever o sistema de lubrificação

2.4 CABEÇO

1. Conferir a folga do mecanismo sem fim – coroa
2. Rever as engrenagens de limpeza interior

7.2 Plano de Manutenção preventiva efectuado na Oxisol a estes Centros de Maquinagem

Consultar explorador - Plano de Manutenção preventiva

Ficheiro Opções Ajuda

Data : 17/10/08 [14:24] PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA Página : 1

Companhia : 200

NºEquip	Descrição Equip.	Tipo de manut	Periodicid. da manut.	Ultima manut	Próx.int	Tipo Técnico	Tempo previsto	Atrasada
PC-164	ZAYER 11000 MFU-FR	ATESTO; LIMPEZA	30 (dias)	08/12/2007	07/01/2008	Mecânico	00:00:60	Sim
PC-164	ZAYER 11000 MFU-FR	NIVELAMENTO	180 (dias)	05/02/2008	03/08/2008	Mecânico	24:00:00	Sim
PC-164	ZAYER 11000 MFU-FR	REVISÃO GERAL	360 (dias)	09/08/2007	03/08/2008	Mecânico	24:00:00	Sim

Figura 39: Plano de Manutenção Preventiva da ZAYER 11000 MFU-FR

Consultar explorador - Plano de Manutenção preventiva

Ficheiro Opções Ajuda

Data : 17/10/08 [12:17] PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA Página : 1

Companhia : 200

NºEquip	Descrição Equip.	Tipo de manut	Periodicid. da manut.	Ultima manut	Próx.int	Tipo Técnico	Tempo previsto	Atrasada
PC-210	ZAYER 30 KC 9000-F	INSPECÇÃO E LUB	30 (dias)	19/01/2008	18/02/2008	Mecânico	00:60:00	Sim
PC-210	ZAYER 30 KC 9000-F	NIVELAMENTO	365 (dias)	30/11/2007	29/11/2008	Mecânico	24:00:00	Não
PC-210	ZAYER 30 KC 9000-F	REVISÃO GERAL	365 (dias)	30/11/2007	29/11/2008	Mecânico	24:00:00	Não

Figura 40: Plano de Manutenção Preventiva da ZAYER ZAYER 30 KC 9000-F

7.2.1 Atesto; Limpeza e Vistoria ou Inspecção e Lubrificação

Este tipo de manutenção que deveria ser feita mensalmente para estas duas Zayers.

Consiste em:

- Inspecção geral à máquina, verificar o correcto funcionamento ou registar alguma anomalia se esta se verificar. (FUGAS DE ÓLEO, FUNCIONAMENTO INCORRECTO, Etc);
- Verificar nível do óleo do grupo hidráulico;
- Verificar nível do lubrificante do eixo X e Y;
- Verificar nível do lubrificante da caixa redutora de câmbio de gamas, tendo especialmente muita atenção em que o óleo não ultrapasse o centro do visor, pois caso isto aconteça pode passar para o motor e causar danos elevados.

- Substituir todos os filtros de ar existentes na máquina;
- Lubrificar o cabeço da máquina nos pontos destinados para o efeito.
- Registar anomalias detectadas na ficha de intervenção e quantidades de lubrificantes usados.

7.2.2 Nivelamento

Este tipo de manutenção deveria ser feita semestralmente para a ZAYER 11000 e anualmente para a ZAYER 9000.

Consiste em:

- Efectuar as verificações geométricas da máquina segundo as tabelas de nivelamento e respeitando as tolerâncias impostas pelo fabricante;
- Medir a rectitude do deslocamento do eixo XX com o auxílio do laser e verificar em simultâneo a oscilação da coluna em função do deslocamento, terá de ser garantida uma variação máxima de 0,04 mm/m e uma oscilação igual a zero;
- Verificar folgas de transmissão de cada eixo, inspeccionar estado geral das correias;
- Registar anomalias detectadas.

7.2.3 Revisão geral

Este tipo de manutenção deveria ser feita anualmente para estas duas Zayers.

Além das instruções dadas para a operação de nivelamento, deve-se executar os seguintes procedimentos:

- Revisão geral a todos os motores eléctricos (análise de folgas, limpeza do colector e substituição das escovas);
- Inspecção geral a toda a instalação eléctrica e reaperto de todos os contactos eléctricos;
- Limpeza e substituição de todos os filtros de pó dos ventiladores;
- Limpeza de todo o circuito do fluído de corte e substituição do mesmo;
- Limpeza de todo o circuito hidráulico e substituição do óleo;
- Inspecionar a existência de fugas no circuito hidráulico e reparar se necessário.

A meu ver, os planos de manutenção preventiva adoptados pela OXISOL parecem-me ajustados aos do fabricante. Convêm é que sejam religiosamente cumpridos.

8 Estudos e trabalhos realizados

É importante referir que o estudo pedido não foi totalmente cumprido, no que diz respeito ao período de análise inicialmente previsto (últimos 5 anos) visto que, como anteriormente referido, desde o final de 2007 o arquivo das intervenções de manutenção não estava a ser feito. Daí que tenha assumido que a pouca informação existente poderia influenciar a minha análise. Em relação à PC-215, também não podia ser alvo de estudo uma vez que este centro de maquinagem só foi comprado em 2008. Conjugando estes factores, resolvi fazer o estudo para o período compreendido entre 2004 e 2007 para as máquinas ZAYER 11000 MFU-FR e ZAYER 30 KC 9000.

8.1 Minutos de paragem

Neste período foi analisado o número de minutos de paragem de cada uma das máquinas, quer devido a intervenções preventivas, quer a correctivas.

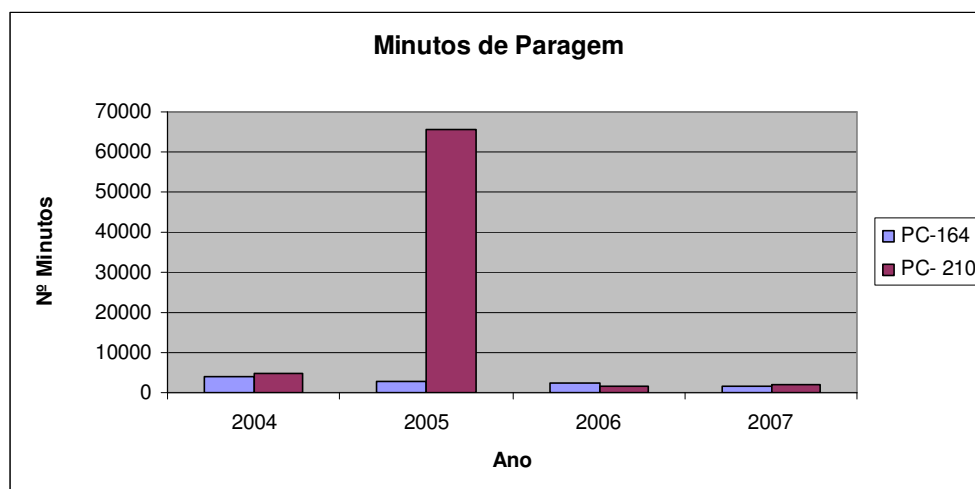
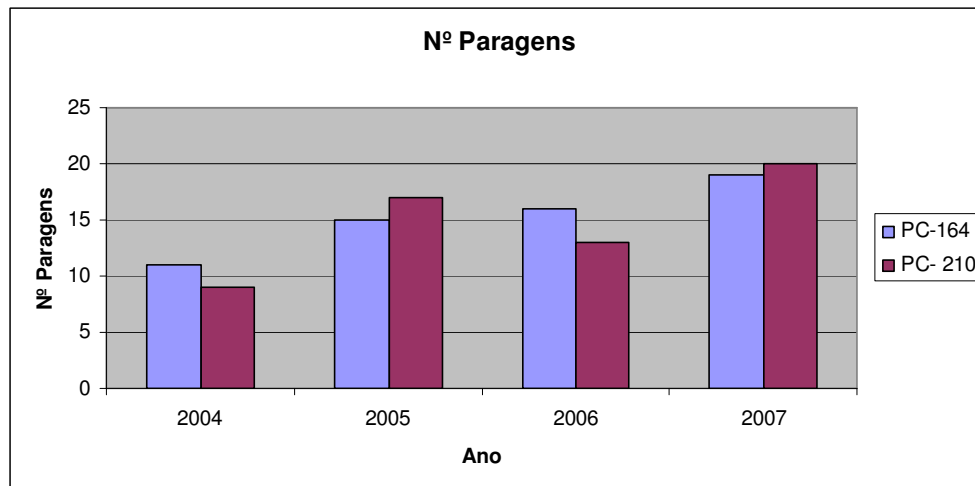



Figura 41: Minutos de paragem

Destaca-se o número de minutos de paragem da ZAYER 30 KC 9000 em 2005 devido a uma paragem de mês e meio como resultado do cabeço ter ido para Espanha para ser reparado na marca.

No período em análise houve uma média de 2 540 minutos anuais de paragem para a máquina ZAYER 11000 MFU-FR e de 18 554 para a ZAYER 30 KC 9000, valor muito inflacionado por essa intervenção em 2005.

8.2 Número de paragens

No que diz respeito ao número de paragens, não existe uma diferença significativa nos valores apresentados pelas duas máquinas. No período em análise houve uma média de 15 paragens por ano para cada máquina.

8.3 Análise das avarias mais frequentes

8.3.1 Centro de maquinagem ZAYER "11000 MFU-FR"

O centro de maquinagem ZAYER, modelo 11000 MFU-FR, com referência interna 11000 MFU-FR, está na Oxisol desde 28 de Julho de 1986 e opera em dois turnos diários.

Na análise do historial da máquina verificou-se que não existe nenhum tipo de avaria que se tenha repetido frequentemente nesse período.

8.3.2 Centro de maquinagem ZAYER "ZAYER 30 KC 9000"

O centro de maquinagem ZAYER, modelo ZAYER 30 KC 9000, com referência interna ZAYER 30 KC 9000, encontra-se na Oxisol desde 16 de Março de 1998 e opera em três turnos diários.

Na análise do historial da máquina verificou-se que a avaria mais comum está relacionada com o patim do eixo X. Uma das causas desta anomalia, tem a ver com a não remoção das limalhas da blindagem.

8.4 Avarias com maior duração

Devido ao transtorno causado pela demora na reparação de certas avarias, tentei verificar as causas das mesmas, em particular se foram devido ao desgaste normal da máquina, a uma possível manutenção mal executada, ou por erros de manuseamento por parte do (s) operador (es), com o intuito de minimizar estas paragens no futuro.

8.4.1 Centro de maquinagem ZAYER “11000 MFU-FR”

- Em 10/03/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: paragem do cabeço de rotação da árvore devido a deterioração do rolamento de apoio ao veio de transmissão
TEMPO DE PARAGEM: 720 minutos
CAUSA DA AVARIA: falta de lubrificação.
MATERIAL SUBSTITUÍDO: 2 rolamentos; 1 vedante; óleo de lubrificação; 1 sensor indutivo.
SOLUÇÃO: analisar intervalo de lubrificação e proceder à sua eventual correcção.

- Em 22/04/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: bloqueio da cunha, prendeu no eixo XX.
TEMPO DE PARAGEM: 1500 minutos
CAUSA: parafusos de fixação da cunha partidos e rosca desfeita.
MATERIAL SUBSTITUÍDO: raspadores de óleo das cunhas; parafusos de fixação das cunhas; orings.
SOLUÇÃO: monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina.

- Em 24/05/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: fuga de óleo na bomba do grupo hidráulico e relé queimado.
TEMPO DE PARAGEM: 300 minutos

CAUSA: relé queimado devido a uma limalha ter entrado no quadro do comando e ter provocado um curto-circuito.
MATERIAL SUBSTITUÍDO: vedante retentor; relé
SOLUÇÃO: monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina.

- Em 01/10/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: avaria no **controlador,** as válvulas reguladoras do caudal e as electroválvulas responsáveis pelo movimento do giro-codo não estavam a funcionar correctamente.
TEMPO DE PARAGEM: 120 minutos
CAUSA: desconhecida;
MATERIAL SUBSTITUÍDO: controlador reparado pela ZAYER; duas electroválvulas;
SOLUÇÃO: Monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina

- Em 18/11/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: Bloqueio no motor do Z, avaria no **motor**
TEMPO DE PARAGEM: 240 minutos
CAUSA: desconhecida;
MATERIAL SUBSTITUÍDO: 2 rolamentos; 4 anilhas de pressão de ajuste do rolamento de encosto; Taco gerador do eixo ZZ; Taco gerador do eixo YY;
SOLUÇÃO: respeitar a manutenção preventiva definida pelo fabricante dos motores

- Em 01/06/2005,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: correcções necessárias ao melhoramento da **geometria e nivelamento geral.** Foi efectuada uma beneficiação aos motores CC dos eixos X Y Z. Foi efectuado um reaperto ao bloco de fixação da fêmea do eixo X à coluna. Folgas dos eixos.
TEMPO DE PARAGEM: 1000 minutos
CAUSA: desconhecida;
SOLUÇÃO: realizar as várias operações mais cedo e faseadas, de modo a não interromper a produção;

- Em 18/04/2006, **revisão ao cabeço**.

DESCRIÇÃO DA AVARIA: foram efectuadas correcções gerais de geometria ao cabeço e restante máquina.

TEMPO DE PARAGEM: 1500 minutos

CAUSA: desconhecida

MATERIAL SUBSTITUÍDO: 1 anel labirinto; 2 rolamentos; tacos geradores dos eixos XX e YY.

- Em 29/06/2006,

DESCRIÇÃO DA AVARIA: a bomba de água ficou submersa e provocou o disparo das protecções.

TEMPO DE PARAGEM: 60 minutos

CAUSA: Excesso de água colocada no tanque pelo operador.

SOLUÇÃO: dar formação ao operador

- Em 12/01/2007,

DESCRIÇÃO DA AVARIA: transformador trifásico do variador do eixo XX queimado, variador do mesmo eixo queimado, carta de regulações do motor principal avariada, substituição do disjuntor do eixo YY

TEMPO DE PARAGEM: 600 minutos

CAUSA: desconhecida;

MATERIAL SUBSTITUÍDO: transformador trifásico; variador de velocidade do eixo XX; disjuntor do eixo YY.

SOLUÇÃO: medir a tensão da rede e pedir à EDP uma análise à tensão da rede.

8.4.2 Centro de maquinagem ZAYER "ZAYER 30 KC 9000"

- Em 10/02/2004,

DESCRIÇÃO DA AVARIA: Motor do ventilador do motor principal preso.

TEMPO DE PARAGEM: 300 minutos

CAUSA DA AVARIA: Excesso de sujidade acumulada no motor do ventilador. Esta anomalia aconteceu por falta de manutenção, devido à produção não permitir a paragem da máquina.

MATERIAL SUBSTITUÍDO: rolamentos do motor; a blindagem do sistema acondicionador de ar do quadro eléctrico foi recolocada, visto ter sido retirada pelo operador do turno da noite sem qualquer autorização.
SOLUÇÃO: encurtar os períodos de limpeza do motor do ventilador; conciliar as intervenções da Manutenção com a Produção;

- Em 19/05/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: Desencaixe entre os elementos da blindagem direita do eixo XX. **Patim caído** na estrutura da máquina e completamente destruído, arrancado e com os parafusos de fixação deste à coluna partidos
TEMPO DE PARAGEM: 210 minutos
CAUSA DA AVARIA: Estas anomalias deram-se devido à falta de limpeza e à falta remoção de limalhas da blindagem.
MATERIAL SUBSTITUÍDO: montagem do patim novo e afinação da respectiva pré-carga.
SOLUÇÃO: Sensibilizar os operadores a realizar as limpezas às máquinas no fim dos seus turnos. Os últimos 15 minutos dos seus turnos deveriam ser para fazer a limpeza às máquinas e também para serem verificados os níveis de óleo.

- De 02/11/2004 até 16/11/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: Falhas de funcionamento em determinadas posições. **Patim partido no eixo XX.**
TEMPO DE PARAGEM: 1000 minutos
CAUSA DA AVARIA: Linha de comunicação do comando autómato com ligação deficiente. Ligações das linhas estavam partidas.
MATERIAL SUBSTITUÍDO: acumulador, volante electrónico de controlo da aproximação dos eixos e patim.
SOLUÇÃO: Monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina.

- De 27/12/2004 até 31/12/2004,
DESCRIÇÃO DA AVARIA: **Motor do eixo dos XX** com problemas.
TEMPO DE PARAGEM: 2400 minutos

CAUSA DA AVARIA: desconhecida

MATERIAL SUBSTITUÍDO: substituição dos rolamentos do motor do eixo XX, substituição dos rolamentos da caixa redutora de tracção do eixo XX, efectuou-se **pré-carga nos patins do eixo XX.**

SOLUÇÃO: Monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina.

- De 15/04/2005 até 22/04/2005,

DESCRIÇÃO DA AVARIA: Problemas na fêmea do **eixo do XX,** cabo de ligação do pendural do comando com linhas partidas, borracha de protecção do avental da frente em mau estado e discos de mola de fixação da ferramenta danificados.

TEMPO DE PARAGEM: 2400 minutos

CAUSA DA AVARIA: desconhecida

MATERIAL SUBSTITUÍDO: cabo de ligação do pendural do comando, borracha de protecção da frente da máquina e discos de mola de fixação da ferramenta.

SOLUÇÂO: Monitorizar com mais atenção o estado de certos orgãos da máquina.

Rever o conteúdo das acções do plano de manutenção para inclusão das respectivas verificações.

8.5 Perceber os custos da Manutenção no período em análise

Os verdadeiros custos da manutenção, os que exprimem, realmente, o seu desempenho, não são os custos contabilísticos directos. São estes e mais os que têm em linha de conta, também, as consequências da manutenção.

Ao analisar a Figura 39, é possível perceber através da analogia do *iceberg,* os custos verdadeiros da manutenção, em que a ponta acima da linha de água representa os custos contabilísticos e a parte imersa – quatro vezes maior – representa todos os outros, não facilmente quantificáveis.

Figura 42: Iceberg dos custos verdadeiros da manutenção

Os custos contabilísticos da manutenção são calculados tendo em conta os gastos com:

- Mão-de-obra» esforços em HH (horas.homem) x respectivo custo padrão;
- Materiais» custo das peças retiradas de armazém ou compradas e aplicadas;
- Serviços» custos dos serviços aplicados por terceiros;

Cada objecto de manutenção acumula estes três custos.

Os custos de manutenção foram calculados tendo em conta o custo das peças e o custo da mão-de-obra. Inicialmente ia ser feita uma comparação dos vários anos para se perceber como os custos têm evoluído, mas apesar de ter pedido os custos dos últimos 5 anos só me foi fornecido os custos de 2007 e 2008.

Infelizmente a Oxisol não tem os custos separados por máquina, para o ano de 2007, portanto dividi o custo total das máquinas ZAYER (que é o valor que a OXISOL forneceu) pelo número de máquinas ZAYER (6). Em 2007 o custo de manutenção com as ZAYER foi de 4516 € (reparações externas)

Em 2008 os custos já estão separados por centros de custo mas não me foi fornecido o código dos centros de custo (já pedi uma relação para saber a que máquina corresponde o centro de custo, mas não a vou receber a tempo de entregar este relatório), como tal não consigo saber quais os custos com as ZAYER, neste ano.
Cada paragem tem também custos de produção, que naturalmente também serão tidos em conta.

ZAYER	M.O. Interna	M.O. Externa + peças	TOTAL
11000 MFU-FR	168,00 €	752,67 €	**920,67 €**
30 KC 9000	350,00 €	752,67 €	**1.102,67 €**

Figura 43: custos de manutenção em 2007 para as duas ZAYER

8.6 Definir custo/hora de paragem para cada máquina

Para definir os custos/hora de paragem é necessário somar os custos da manutenção e da não produção (custos indirectos).

A Oxisol define como custo de não produção para a ADIRA como sendo de 480€/dia (24 horas de produção) = 20€/hora. Este valor é dado como produção para a ADIRA, quando a produção é para outras empresas (caso raro) passa para 2880€/dia.

ZAYER	Custo Man./hora	Custo Não Produção/hora	TOTAL
11000 MFU-FR	38,36 €	20,00 €	**58,36 €**
30 KC 9000	22,05 €	20,00 €	**42,05 €**

Figura 44: Custo/hora de paragem em 2007 para as duas máquinas em estudo

Em seguida dou um exemplo em como se a Manutenção Preventiva for bem efectuada, os custos são na realidade menores do que se a mesma não for realizada.

Custo da reparação preventiva = 150€ de m.o. (2 homens, 5horas, 15€/hora) + 250€ de peças + 2 horas de não produção = 440€

Optando pela não intervenção preventiva, supostamente não existe o custo da manutenção preventiva, mas a máquina mais tarde ou mais cedo vai avariar, numa altura imprevista, e vai ser necessária a reparação.

Custo da não reparação = Custo da reparação curativa + custo da paragem de produção.

O custo da reparação curativa poderá ser muito superior ao da intervenção preventiva, pois pequenas avarias que podiam ser previstas, quando não o são podem-se tornar em grandes avarias.

O custo da paragem da produção, também pode ser muito maior, pois o tempo de intervenção curativa, pode ser muito superior ao tempo de paragem, da intervenção preventiva executada no momento certo.

Como exemplo prático temos o que aconteceu em 10/03/2004, (ver ponto 8.4.1), onde uma paragem de 720 minutos podia ter sido apenas de 60 se tivesse sido feita uma manutenção preventiva.

9 Outros trabalhos efectuados

9.1 Orçamento para a actualização das pontes rolantes de forma a respeitar a legislação em vigor

Uma Ponte Rolante é uma máquina de trabalho que, como qualquer outra máquina, requer uma utilização e uma manutenção cuidada de modo a permitir longos anos de bom funcionamento.

Devem efectuar-se controlos regulares em vários pontos, uma vez que qualquer negligência neste aspecto pode ser a causa de interrupções inesperadas, grandes despesas e até perigos de vida ou perda de materiais valiosos.

Na Oxisol, verificou-se que para as pontes estarem de acordo com a legislação em vigor seria necessário instalar vários limitadores de carga e rever os sinalizadores luminosos. Na inspecção às pontes também se verificou serem necessárias algumas peças novas para o bom funcionamento das pontes rolantes. Como passo a citar:

- 4 Blindagens para Gancho de Carga Ref.82920544(DEMAG);
- 1 Blindagem para Gancho de Carga Ref.70598233(DEMAG);
- 2 Chooper Ref.ACS-BRK A(ABB);
- 1 Cinta de Frenagem Plana 16+/K Ref.61760644(DEMAG) ;
- 1 Disco de Frenagem Plano 16K Ref.61815544(DEMAG);
- 1 Fim de curso de elevação DGS3 Ref.87520044(DEMAG);
- 4 Guias Enroladoras Ref. 82380233 (DEMAG);
- 46 metros de cabo de aço diâmetro 14mm Ref.82349044(DEMAG);
- 1 Mola para Motor KBH 140 B2/12 Ref.8477784(DEMAG);
- 3 Sinalisador de marcha Ref.XVR1B95(SCHNEIDER);
- 1 Tampa para quadro eléctrico DO DH1050 H16 Ref.36030646(DEMAG);

Consultamos vários fornecedores tendo sido pedido orçamentos a todos eles para colocar as pontes rolantes a respeitar a legislação em vigor (decreto de lei 50/2005 de 25 de Fevereiro).

Foram também criados para os 11 meios de elevação existentes na Oxisol uma Ficha Técnica de Máquina, que para além das características da máquina, contém outras informações como os consumíveis e os planos de manutenção preventiva.

OXISOL	Ficha Técnica de Máquina

Identificação

Designação: Ponte Rolante	Características: - Força Máxima: 20 Toneladas
Marca: TEGOPI	- Vão : 16120
Modelo: 20 Toneladas	- Corrente de Alimentação: 3x380 volts+terra
Nº de Série: 2533	- Tipo de Comando: Botoeira Movel
Código: PB-14	

Acessórios e Consumíveis

Orgão	Consumíveis	Quantidade
Motor Redutor de Translacção	ENERGOL GR-XP 220	
Motor Redutor da Direcção de Carga	ENERGOL GR-XP 220	
Cabo do Diferencial	ENERGOL WRP	
Chumaceiras Veios de Translacção	ENERGREASE LS-EP 2	

Plano de Manutenção Preventiva

Nº	Acções	Periodicidade	Responsável	Observações
	Inspecção Intermédia	90 dias		
	Inspecção Segurança	365 dias		
	Revisão Geral	360 dias		

Figura 45: Ficha Técnica de Máquina para uma das pontes rolantes

Durante esta pesquisa, procurei o máximo de informação sobre a manutenção de pontes rolantes junto de fabricantes e fornecedores.

As inspecções de rotina e a **lubrificação de certos pontos** devem ser efectuadas pelo próprio operador da ponte rolante, antes de a colocar em funcionamento, **todos os dias**. Todas as manhãs, antes de começar a operar com a ponte rolante, o operador deve verificar os seguintes pontos:

- O funcionamento correcto de todos os freios;
- A segurança de todos os interruptores de fim de curso;
- Se observar qualquer coisa de anormal, deve parar imediatamente toda a operação c/ a ponte rolante.

Todas as pontes rolantes devem ser operadas e cuidadas por um homem bem treinado (e exclusivamente por ele), deve ter idade superior a 18 anos e ser um bom mecânico (e/ou electricista), o que o habilita a efectuar, ele mesmo, pequenos trabalhos de manutenção.

Uma pessoa mais qualificada, na qualidade de supervisor, deve ser o responsável pelo trabalho das pontes rolantes na oficina. É responsável pelas inspecções periódicas de todas as pontes rolantes e toda a manutenção e trabalhos de reparação serão efectuados sob a sua responsabilidade.

O supervisor tem de verificar, de tempos a tempos, as condições de todos os freios e interruptores de fim de curso, o que inclui uma inspecção directa destes pontos, de modo que se possa prever qualquer substituição necessária.
Devem guardar-se todos os registos e as peças de substituição devem ser encomendadas com bastante antecedência para se estar preparado para uma operação de manutenção geral da ponte quando for necessário fazer a substituição de várias peças.

O operador deve verificar, visualmente, o estado do cabo e o seu alinhamento correcto. Qualquer defeito ou qualquer anomalia observada, será imediatamente transmitida ao supervisor. A ponte rolante deve ser bloqueada e colocada fora de serviço até ser resolvida a anomalia.
Se a ponte tiver vários operadores, em diferentes turnos, cada operador deve transferir a ponte ao outro operador, antes de a deixar, apontando-lhe qualquer observação que tenha feito durante o seu turno.

9.3 Analisar reparação, aquisição ou aluguer de um compressor na Oxisol

Durante a realização deste projecto, também estive envolvido na análise de uma reparação, aquisição ou aluguer de um compressor.

Funcionando a maioria das máquinas da Oxisol a ar comprimido, e visto que a empresa apenas tem um compressor funcional, (o segundo está para reparação à mais de 1 ano), efectuou-se um estudo das várias possibilidades:

- Pedido de orçamento para reparação, que se verificou ser demasiado;
- Pedido de orçamentos para a compra de um compressor novo, com as mesmas características;
- Pedido de orçamento para o aluguer de um compressor e condições de reposição do compressor em caso de avaria.

A terceira possibilidade só foi colocada em estudo porque ADIRA pretende mudar-se para as instalações da OXISOL, e como ADIRA tem um compressor novo, que pode ser utilizado por ambas, poderá não haver a necessidade de se investir num compressor novo.

9.4 Reparação do termoventilador da fábrica

O termoventilador da fábrica estava avariado e foi-me pedido para orçamentar e acompanhar a sua reparação. Aproveitei esta situação para criar uma ficha deste equipamento no BAAN que até à data não existia.

10 Conclusão

A fase inicial do projecto correspondeu a um período de adaptação e conhecimento do processo de fabrico, bem como da organização e pessoas envolvidas, mais concretamente do sector da Manutenção.
Seguiu-se um trabalho no terreno onde foi efectuado um levantamento exaustivo do parque de máquinas, nomeadamente daquelas que foram alvo do estudo inicialmente proposto, analisando o seu estado de conservação e de funcionamento. Fez-se também uma avaliação do grau de importância de cada equipamento no processo de fabrico, considerando os seguintes aspectos:

1. Efeito na Produção;
2. Valor Técnico-Económico do Equipamento;
3. Prejuízos - Consequências da Avaria;
4. Dependência Logística;
5. Dependência de Mão-de-Obra:
6. Probabilidade de Avaria (Fiabilidade);
7. Facilidade de Reparação;
8. Flexibilidade e Redundância.

As actividades seguintes englobaram o levantamento do histórico do BAAN, a reunião de informação técnica (manual de instruções, declarações de conformidade, e esquemas de comando e potência) e a análise do cumprimento com a legislação em vigor (Directiva Máquinas).

Finalmente foram apresentadas soluções que tinham como objectivo minimizar o tempo de paragem das máquinas, maximizar o tempo de operacionalidade de cada máquina, monitorizar os orgão vitais das máquinas para prever as futuras paragens das máquinas e, não menos importante, aumentar a fiabilidade das mesmas.

As soluções propostas passaram pela implementação de medidas correctivas de acordo com as não conformidades detectadas anteriormente e por assegurar a existência dos seguintes elementos e sistemas nos serviços de manutenção:
- Ficheiro dos equipamentos e suas características técnicas;

- Programa de operações de manutenção preventiva a efectuar nos equipamentos bem como a definição prévia da periodicidade ou a condição do equipamento;
- Sistema de programação de outros trabalhos a efectuar pelo serviço de manutenção;
- Sistema de registo histórico e controlo de custos para a análise e estudo de acções de Manutenção Preventiva ou Preditiva.

Para mim este projecto realizado na OXISOL foi uma experiência enriquecedora, tanto a nível a académico como pessoal.
Tenho a certeza que me vai servir de base para a minha vida profissional futura.

Bibliografia

Cabral, José Paulo Saraiva – *Organização e Gestão da Manutenção*, Lidel-edições técnicas,Lda

http://pwp.netcabo.pt/lo.canelas/teoria.htm

Cuignet , Renaud - *Gestão da Manutenção*, Lidel-edições técnicas,Lda

Ferreira, Luís Andrade - *Uma Introdução à Manutenção,* Publindustria, Edições Técnicas

Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva por Silva, A. Lopes 2007

DEMAG - INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PONTES ROLANTES

http://intrabaan.adira.pt/websg/index_proc.asp

http://www.oxisol.pt/default.aspx

http://www.adira.pt/

http://www.metalformingmagazine.com/

http://www.maquilobo.com/

http://www.plant-maintenance.com/index.shtml

http://www.thefabricator.com/

http://productpagesct.atlascopco.com/ProductPages.asp?MASTER=PP%20MASTER%20GA%2030%2090%20%20VSD&Lng=PT&Country=ZZ

http://www.demagcranes.pt/assis_tec_ser_apo_ven.htm

http://www.kaeser.com.br/Images/P-651-21-ED-tcm72-8962.pdf